Aus dem Institut für Arbeitsphysiologie und
Rehabilitationsforschung der Universität Marburg
Direktor: Prof. Dr. G. Hildebrandt

Die Veränderungen der Herzdynamik im Zusammenhang mit den vegetativen Umstellungen im Verlaufe von CO_2-Bäderkuren

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps - Universität zu Marburg

vorgelegt von

Arnold Scherf

aus Frankfurt

Marburg 1968

Kleinoffsetdruck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Aus dem Institut für Arbeitsphysiologie und
Rehabilitationsforschung der Universität Marburg
Direktor: Prof. Dr. G. Hildebrandt

Die Veränderungen der Herzdynamik im Zusammenhang mit den vegetativen Umstellungen im Verlaufe von CO_2-Bäderkuren

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps - Universität zu Marburg

vorgelegt von

Arnold Scherf

aus Frankfurt

Marburg 1968

Kleinoffsetdruck: Görich & Weiershäuser, Marburg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg am 19. 12. 1968
gedruckt mit Genehmigung der Fakultät
Dekan: Prof. Dr.med. W. Straub
Referent: Prof. Dr.med. G. Hildebrandt
Correferent: Doz. Dr.med. A. Hardewig

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. Einleitung	5
B. Methodik	8
1. Versuchspersonen	8
2. Kurbehandlung	9
3. Untersuchungsanordnung	11
4. Auswertung	13
5. Statistische Methodik	15
C. Ergebnisse	
1. Der mittlere Kurverlauf der herzdynamischen Meßgrößen	17
a. Gerichtete Gesamtänderungen	17
b. Verlaufsformen und zeitliche Gliederung	21
2. Der Verlauf der kollektiven Streuungen	23
a. Gerichtete Gesamtänderungen des Variationskoeffizienten	23
b. Verlaufsformen und zeitliche Gliederung des Variationskoeffizienten	26
3. Aufgliederung nach dem Kurverlauf der Druckanstiegszeit	28
D. Diskussion	
1. Zur Methodik	39
2. Vergleich der Ergebnisse mit Befunden der Literatur	43
3. Zu Mechanismus und Bedeutung der herzdynamischen Veränderungen während der CO_2-Bäderkur	45
4. Der Einfluß der Ausgangslage	55
5. Die periodische Gliederung der vegetativen Umstellungen im Kurverlauf	57
E. Zusammenfassung	61
F. Literaturverzeichnis	63

Einleitung

Obwohl die Anwendung von CO_2-Bäderkuren bei Herz- und Kreislaufkranken zu den am besten abgegrenzten Indikationen der Balneotherapie zählt, ist die Gesamtwirkung solcher Kuren auf die Dynamik des Herzens und ihr Zustandekommen bisher unzureichend untersucht.

BENEKE (1872), der als erster CO_2-Bäder bei Herzkranken angewendet hat, sah ihre Wirkung in "einer zunehmenden und andauernden Beruhigung der Herztätigkeit, die einer schwachen Digitaliswirkung zu vergleichen ist" und für die eine "Einwirkung des Nervensystems" Grundlage sei (zit. n. DELIUS u. KEMPE 1959). Für SCHOTT (1880) galt die "CO_2-Badekur als ein Tonicum ersten Ranges für das geschwächte Herz". Nach STRASSBURGER (1905) "üben kohlensäurehaltige Soolbäder das Herz unter erleichterten, schonenden Bedingungen".

Über die akute Wirkung des einzelnen CO_2-Bades liegen zahlreiche experimentelle Untersuchungen aus älterer Zeit vor, deren Ergebnisse in bezug auf die Herzdynamik von GOLLWITZER-MEIER (1938) so zusammengefaßt wurden, daß die "Wirkungsweise des CO_2-Bades in der Umstellung der Herzarbeit auf niedrigere Druckleistung mit Betonung der Volumleistung" bestehe, wobei den reflektorischen Effekten eine vornehmliche Bedeutung zukomme (GOLLWITZER-MEIER 1950, vgl. auch JARISCH 1950 u. v.DIRINGSHOFEN 1955).

Eine nähere Analyse des zeitlichen Ablaufs der Herzrevolution während und unmittelbar nach dem CO_2-Bad ist erst in den folgenden Jahren begonnen worden (BARTUSSEK 1938; HERKEL 1938; v.DUNGERN 1939, 1940; HAUKE 1940). Das von HOLLDACK (1951) eingeführte physikalische Verfahren zur Differenzierung der Umformungs- und Druckanstiegsphase der Anspannungszeit ist erstmals

von SCHÖLMERICH u. ZIPP (1953) für balneologische Fragestellungen benutzt worden. JORDAN u. Mitarbeiter (1960) haben bereits 1960 an einer kleinen Patientengruppe das Verhalten dieser herzdynamischen Meßgrößen vor und nach dem einzelnen CO_2-Bad mit den Veränderungen im Verlaufe einer gesamten Bäderkur verglichen.

Die bisherigen Untersuchungen haben aber keinen überzeugenden Beleg dafür erbringen können, daß die akuten Umstellungen der Herzdynamik im CO_2-Bad in einem direkten und durchschaubaren Zusammenhang mit dem therapeutischen Gesamteffekt einer kurmäßigen Anwendung dieser Bäder stehen. Auf Grund der Feststellung, daß die Kreislaufumstellungen in Süßwasserbädern sich nicht prinzipiell von denen in CO_2-Bädern unterscheiden, vertrat WITZLEB (1962 a u.b, 1963) die Auffassung, daß die CO_2-Wirkung im wesentlichen peripher angreife und ihre therapeutischen Effekte auf ein "Training der peripheren Durchblutungsregulation" zurückzuführen seien.

Nachdem STAHL u. SCHMEGG (1923) erstmals an den Veränderungen intracutaner Adrenalinquaddeln gezeigt haben, daß Bäderanwendungen zu Gleichgewichtsänderungen im Tonus des vegetativen Systems führen, hat die Frage nach den vegetativen Umstellungen bei der Beurteilung der Bäder- und Klimawirkung zunehmend an Interesse gewonnen (GOLLWITZER-MEIER 1953; PALME 1953; REICHEL u. PALME 1953 u.a.), wobei auch die Lehre vom "stress" dieser Betrachtungsweise weitere Impulse gegeben hat (Lit.-Übersicht s. SCHMIDT-KESSEN 1962).

Die seitdem bei verschiedenen Kurformen der Bäder- und Klimaheilkunde durchgeführten systematischen Längsschnittuntersuchungen mit dichter Beobachtungsfolge vegetativer Funktionsgrößen haben die Fruchtbarkeit dieses Ansatzes bestätigt (LÜHR 1959; JUNGMANN 1962 u.a.). Die vegetativen Umstellungen während CO_2-Bäderkuren sind vor allem von HILDEBRANDT und seinem Arbeitskreis in Bad Orb untersucht worden (Lit.-Übersicht s. HILDEBRANDT 1962 a u.b., 1963, 1967).

Dabei konnte herausgearbeitet werden, daß der Kurerfolg nicht in einem kontinuierlich fortschreitenden und einseitig ge= richteten Verlauf durch Summation von Einzelwirkungen im Sinne einer pharmakologischen Direktive zustandekommt. Vielmehr wurden die Wirkungen der CO_2-Bäder in einer vegetativen Um= stellung gesehen, die in charakteristischer Weise periodisch gegliedert abläuft, mit einem Konvergieren der Funktionen auf einen mittleren Normalbereich (Normalisierung) einhergeht und in ihrer Dynamik von der vegetativen Ausgangslage abhängig ist.

Im Rahmen dieser Arbeitsgruppe sind bereits von STEINKE (1962) systematische Längsschnittuntersuchungen der Kreislaufumstel= lungen während der CO_2-Bäderkur mit Hilfe von physikalischen Kreislaufanalysen durchgeführt worden (vgl. HILDEBRANDT u. STEINKE 1962), wobei die Einzeluntersuchungen unmittelbar vor jedem Bad erfolgten, um die akuten Wirkungen des Bades zugun= sten der langfristigen Umstellungen möglichst auszuschalten. Dabei konnte gezeigt werden, daß auch die bekannte Kreislauf= wirkung der CO_2-Bäderkuren im Sinne einer gesteigerten Ökonomie mit Betonung der Volumleistung des Herzens und Entspannung des arteriellen Systems bei vermindertem peripheren Kreislaufwi= derstand nicht durch eine kontinuierliche Summation erreicht wird, sondern ebenfalls im Rahmen einer periodischen Reaktion, bei der die kollektive Streuungsabnahme im Sinne der Normali= sierung im Vordergrund steht.

Die vorliegende Arbeit wurde im Anschluß an diese Kreislauf= untersuchungen mit dem Ziel unternommen, auch die Umstellun= gen der Herzdynamik im Verlaufe von CO_2-Bäderkuren durch syste= matische Längsschnittuntersuchungen mit dichter Untersuchungs= folge zu beobachten. Dabei sollte die zeitliche Gliederung besonders beachtet werden.

B. M e t h o d i k

In den Jahren 1957 bis 1960 sind in der Balneologischen For= schungsstelle Bad Orb an insgesamt 75 männlichen Kurpatienten während 4-wöchiger CO_2-Bäderkuren systematische Längsschnitt= untersuchungen mit Registrierung von Elektrokardiogramm, Herz= schall und arteriellen Pulskurven durchgeführt worden. Aus diesem Material konnten für diese Arbeit nur 45 Patienten be= rücksichtigt werden, deren Kurven hinsichtlich ihrer techni= schen Qualität an allen Untersuchungsterminen eine sichere Ausmessung der herzdynamischen Größen erlaubten.Unter den aus= geschiedenen Patienten befanden sich auch solche, bei denen zwischenzeitlich Herzrhythmusstörungen auftraten.

1.Versuchspersonen

Die ausgewählten 45 Patienten waren im Durchschnitt 53,5 Jahre alt (23,9 - 64,5 Jahre). Die Altersverteilung ist in Abbildung 1 dargestellt. Es handelte sich um Patienten eines klinisch

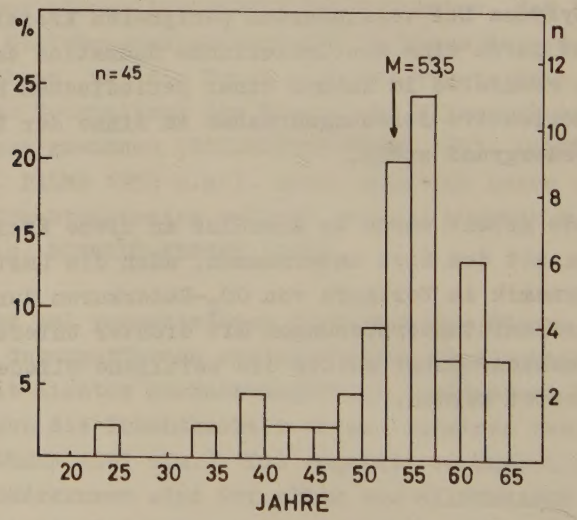

Abb. 1: Altersverteilung der ausgewählten 45 Patienten. Durchschnittsalter (M) 53,5 Jahre

geführten Sanatoriums, die überwiegend an funktionellen Herz- und Kreislaufstörungen litten und alle voll badefähig waren. Eine Übersicht über sämtliche von den behandelnden Ärzten gestellte Diagnosen gibt Tabelle 1.

Diagnose	Häufigkeit
Vegetative Dystonie	12 mal
mit Coronarinsuffizienz	6 mal
Hypertone Regulationsstörung	11 mal
mit Coronarinsuffizienz	8 mal
Hypotone Regulationsstörung	4 mal
Coronarinsuffizienz	4 mal
Zustand nach Herzinfarkt	1 mal
Chron. Bronchitis	2 mal
Emphysem	6 mal
Emphysembronchitis	6 mal

Tab. 1: Häufigkeitsübersicht aller bei 45 Kurpatienten gestellten Diagnosen

2. Kurbehandlung

Die Bäderbehandlung erfolgte mit Bad Orber Philipps- und Ludwigsquelle (eisenhaltige Natrium-Chlorid-Säuerlinge mit einem CO_2-Gehalt von 1,73 g bzw. 1,68 g pro Liter am Quellort). Das erste Bad wurde zwischen dem 2. und 4. Kurtag genommen. In der Regel wurden 3 Bäder pro Woche und insgesamt 11 Bäder während der 4-wöchigen Kur verabfolgt. Die Dosierung der Bäder lag in den Händen der behandelnden Kurärzte. Für 28 Kurpatienten, die in den Jahren 1957 und 1958 beobachtet wurden, ist die durchschnittliche Bäderdosierung in Tabelle 2 zusammengestellt, für die restlichen 17 Patienten, die im Jahre 1960 untersucht wurden, in Tabelle 3. Beim Vergleich ergibt sich, daß im Jahre 1960 nur Halbbäder angewandt wurden, deren Temperatur im Kurverlauf weniger gesenkt und deren Dauer weniger gesteigert wurde. Individuelle Abweichungen von der

Bad	Wasserstand	t° C	Badedauer in Min.
1. Philipps- u.Ludwigsquelle entgast	1/2 Nabelhöhe	36,4	5,1
2. halbentgast	1/2	35,3	6,1
3.	1/2	34,3	7,7
4.	3/4 Brustwarzenhöhe	33,5	9,1
5.	3/4	33,0	10,3
6. - 11. Bad	3/4	32,7	10,7

Tab. 2:Durchschnittliche Bäderdosierung in den Jahren 1957 u.1958 bei 28 Kurpatienten

Bad	Wasserstand	t° C	Badedauer in Min.
1. Philipps- u.Ludwigsquelle entgast	1/2 Nabelhöhe	35,4	4,9
2. halbentgast	1/2	34,8	6,4
3.	1/2	34,4	8,4
4. - 11 Bad	1/2	34,2	10,0

Tab. 3:Durchschnittliche Bäderdosierung im Jahr 1960 bei 17 Kurpatienten

Durchschnittsdosierung waren nur selten und dann nur geringfügig.

Die Häufigkeit zusätzlicher physikalisch-diätetischer Maßnahmen ist in Abbildung 2 zusammengestellt. Weiterhin ergab die Durchsicht der Krankenblätter, daß in acht Fällen vorübergehend koronarerweiternde Medikamente und bei 13 Patienten Barbiturate, überwiegend als Schlafmittel, verabfolgt wurden. Sechs Patienten erhielten zeitweise Herzglykoside, davon aber nur einer ein Digitalispräparat.

Bezüglich der mitwirkenden Klimaeinflüsse verfügt Bad Orb bei einer Höhenlage von 170 - 200 m ü.NN in den bewaldeten nördlichen Ausläufern des Spessarts (bis 500 m ü.NN) über ein typisches Mittelgebirgs-Waldklima mit verhältnismäßig schwachen Reizfaktoren (BUSSE 1960).

3. Untersuchungsanordnung

Sämtliche Untersuchungen fanden in einem Raum der Balneologischen Forschungsstelle statt, die in einem Badehaus untergebracht war, welches 300 m von dem Sanatorium entfernt lag. Zur Gewöhnung an die Untersuchungssituation wurden alle Patienten am 1. Kurtag, d.h. am ersten Tag nach der Anreise, einer Voruntersuchung unterzogen, deren Ergebnisse nicht mitverwertet wurden.

Die folgenden Untersuchungen wurden an jedem Badetag morgens zur gleichen Zeit unmittelbar vor dem Bad und immer von demselben Untersucher vorgenommen. Die Lufttemperatur des Untersuchungsraumes wurde durch elektrische Lufterhitzer mittels eines Kontaktthermometers auf 21° C geregelt, die maximalen Abweichungen betrugen ± 1,5° C. Nach dem Anlegen aller Meßfühler hielten die Patienten zunächst 12 Minuten Vorruhe im Liegen ein, wobei sie mit einer Wolldecke zugedeckt waren.

Im Anschluß daran wurden u.a. folgende Registrierprogramme durchgeführt:

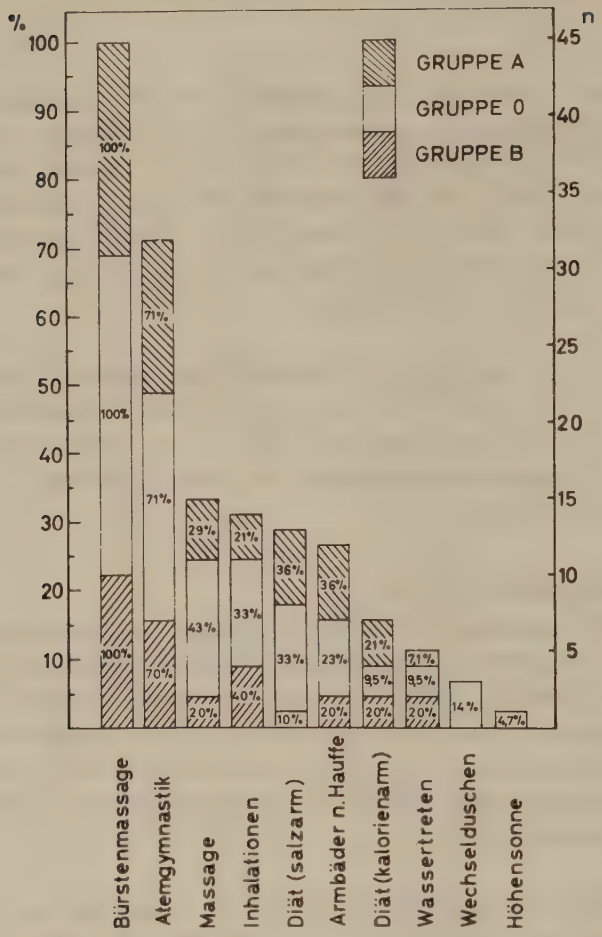

Abb. 2: Die Häufigkeit zusätzlich durchgeführter physikalisch-diätetischer Maßnahmen bei 45 Patienten während der CO_2-Bäderkur. Bei allen Anwendungsformen handelte es sich um Behandlungsserien. Die relative (linke Ordinate) und absolute (rechte Ordinate) Häufigkeit der Fälle ist für die drei Gruppen der Abb. 7 aufgetrennt. Die Prozentwerte in den Feldern geben die relativen Häufigkeiten innerhalb der Teilgruppen an.

a. Das Elektrokardiogramm in den drei Extremitätenableitungen nach EINTHOVEN, Papiergeschwindigkeit 50 mm/sec.

b. das Elektrokardiogramm in der II. Extremitätenableitung, die Druckpulskurve der linken A. carotis sowie der Herzschall vom punctum maximum in drei verschiedenen Frequenzsiebungen (tief, mittelhoch, hoch), Papiergeschwindigkeit 100 mm/sec.

Zur Registrierung diente ein optischer 5-Kanal-Elektrokardiograph (Typ 9900, Herst.: Fa. F. HELLIGE & Co., Freiburg/Br.). Als Pulsfühler wurden kapazitive Abnehmer n. BRECHT u. BOUCKE (1952) (System INFRATON, Herst.: Fa. B. BOUCKE, Tübingen) verwendet. Die Zeitkonstante der zur Pulskurvenregistrierung benutzten Verstärkerkanäle war auf mehr als 3 Sekunden erhöht worden, die der Gesamtsysteme zur Pulsschreibung betrug dabei ca 1,5 Sekunden. Zur Aufnahme des Herzschalls wurde ein Körperschallmikrophon (Herst.: Fa. F. HELLIGE & Co., Freiburg/Br.) benutzt.

4. Auswertung

Nach Aussonderung aller Registrierfilme, bei denen die verschiedenen Meßpunkte nicht sicher genug abgrenzbar waren, wurden folgende herzdynamische Meßgrößen - jeweils als Mittel aus 5 aufeinanderfolgenden Herzrevolutionen - ausgemessen bzw. errechnet (vgl. Abbildung 3):

a. die Herzperiodendauer als Q-Q-Abstand im Elektrokardiogramm,

b. die Pulsfrequenz als reziproker Wert der Herzperiodendauer,

c. Die Umformungszeit nach HOLLDACK (1951) bzw. die sog. elektro-pressorische Latenz (CERLETTI u. WEIZEL 1952) als Zeitabstand zwischen dem Beginn der Q-Zacke im EKG (Beginn der Kammererregung) bis zum Einfall des Anspannungssegmentes (SCHÜTZ 1958) im ersten Herzton,

d. die Druckanstiegszeit nach HOLLDACK (1951) bzw. die (isometrische) Anspannungszeit (CERLETTI u. WEIZEL 1952) als Zeitabstand zwischen dem Ende der Umformungszeit bis zum

Beginn des Steilanstieges der Carotis-Pulskurve, abzüglich der Puls-Verzögerungszeit in der A.carotis,

e. die Puls-Verzögerungszeit in der A.carotis als Zeitabstand zwischen dem Beginn des 2. Herztones und der Klappenschluß=inzisur in der Carotis-Pulskurve,

f. die Anspannungszeit (SCHULTZ 1937; BLUMBERGER 1940; HOLL=DACK 1951) als Summe aus Umformungszeit und Druckanstiegs=zeit,

g. die Austreibungszeit (BLUMBERGER 1940) vom Beginn des Steil=anstiegs bis zur Klappenschlußinzisur in der Carotis-Puls=kurve,

h. die Gesamtsystolendauer nach BLUMBERGER (1940) vom Beginn der Q-Zacke im Elektrokardiogramm bis zum Einfall des II. Herztons,

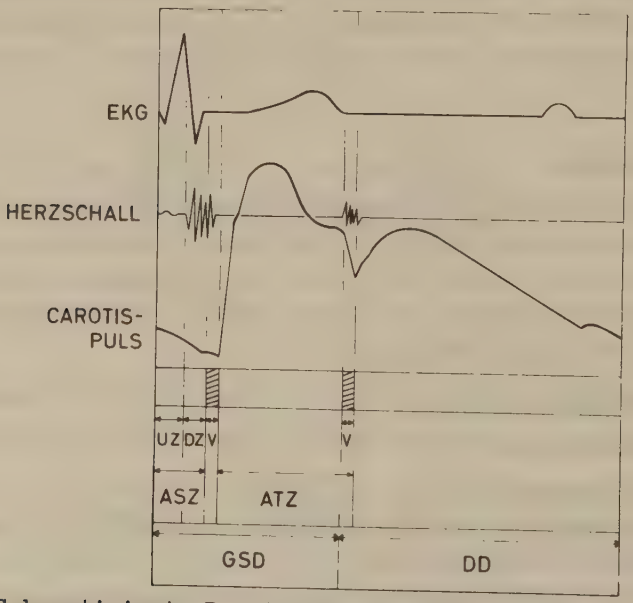

Abb. 3: Schematisierte Darstellung der Meßmethodik.
UZ = Umformungszeit, DZ = Druckanstiegszeit
ASZ = Anspannungszeit, ATZ = Austreibungszeit
V = Verzögerungszeit
GSD = Gesamtsystolendauer, DD = Diastolendauer

j. die Diastolendauer als Differenz aus Pulsperiodendauer und Gesamtsystolendauer,

k. der Quotient Umformungszeit/Druckanstiegszeit,

l. der Quotient Austreibungszeit/Anspannungszeit nach BLUMBERGER (1941).

Sämtliche Meßpunkte wurden zunächst mit einer Zirkelspitze markiert und ihre Abstände unter Zuhilfenahme einer Meßlupe auf 0,1 mm Schätzgenauigkeit ausgemessen. Abweichungen der Papiergeschwindigkeit wurden durch entsprechende Korrekturen ausgeglichen.

5. Statistische Methodik*)

Da die Badetermine der Patienten nur zum Teil auf die gleichen Kurtage fielen, wurden zur Darstellung täglicher Mittelwerte im Kurverlauf alle fehlenden Meßwerte interpoliert und bis zum 2. bzw. 26. Kurtag durch Extrapolation ergänzt. Die teilweise nicht unbeträchtlichen interindividuellen Unterschiede in der absoluten Größe der Meßwerte wurden durch Umrechnung aller Einzelwerte in Prozent des individuellen Kurmittelwertes ausgeglichen.

Die Standardabweichung (σ) wurde im Gesamtkollektiv (n = 45) nach der Formel

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (x-M)^2}{n}} \qquad (1)$$

ermittelt, in den Teilgruppen mit Häufigkeiten unter n = 30 nach der Formel

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (x-M)^2}{n-1}} \; . \qquad (2)$$

Der mittlere Fehler des Mittelwertes (σ_M) errechnete sich nach der Formel

*) Statistische Verfahren nach SALINGER (1926); HENRYSSON u. Mitarb. (1960);
Documenta Geigy, Wissenschaftliche Tabellen, 6.Aufl. 1960

$$M = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad . \tag{3}$$

Differenzen zwischen den Tagesmittelwerten wurden mit Hilfe des t-Testes auf Signifikanz geprüft, die p-Werte wurden der STUDENT-Verteilung entnommen.

Die interindividuelle Streuung der Originalmeßwerte wurde im Kurverlauf anhand des Variationskoeffizienten

$$VC = \frac{\sigma \cdot 100}{M} \tag{4}$$

verfolgt.
Zur Beurteilung der mittleren Gesamttendenz der verschiedenen Meßgrößen im Kurverlauf wurde der Regressionskoeffizient

$$b = r \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \tag{5}$$

bestimmt. Der Korrelationskoeffizient (r) wurde als Produkt= momentkorrelation (PEARSON) nach folgender Formel berechnet:

$$r_{xy} = \frac{\sum (X-Mx)(Y-My)}{n \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y} \quad . \tag{6}$$

Der mittlere Fehler des Regressionskoeffizienten (m_b) ergab sich gemäß

$$m_b = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \cdot \sqrt{\frac{1 - r^2}{n}} \quad . \tag{7}$$

Auch die mittleren Änderungen des Variationskoeffizienten im Kurverlauf wurden anhand der entsprechenden Regressionen dar= gestellt und auf Signifikanz geprüft.

C. Ergebnisse

1. Der mittlere Kurverlauf der herzdynamischen Meßgrößen

a. Gerichtete Gesamtänderungen

In Abbildung 4 sind zunächst die mittleren Kurverläufe der wichtigsten herzdynamischen Größen zusammengestellt, und zwar sowohl für alle 45 Kur-Patienten als auch für zwei Teilgruppen von 28 bzw. 17 Patienten, die in den Jahren 1957/58 bzw. 1960 untersucht wurden. Die Mittelwertkurven dieser beiden Teilgruppen stimmen bei allen Meßgrößen in den wesentlichen Verlaufsmerkmalen so weit überein, daß im weiteren das durchschnittliche Verhalten von allen 45 Patienten gemeinsam geprüft werden kann.

Dieses ist in Abbildung 5 für sämtliche Meßgrößen mit Einschluß der statistischen Fehlerbereiche dargestellt. Außerdem ist jeweils die durchschnittliche Verlaufsrichtung während der Kur durch die Regressionsgeraden gekennzeichnet. Die Regressionskoeffizienten und deren mittlere Fehler sind mit den zugehörigen Korrelationskoeffizienten in Tabelle 4 zu finden. Bei Zugrundelegung des 5 %-Niveaus der Signifikanz errechnen sich aus den Regressionskoeffizienten für den Gesamtverlauf von 25 beobachteten Kurtagen nur bei folgenden Größen statistisch gesicherte Änderungen:

Signifikante Zunahmen:

Quotient $\frac{\text{Austreibungszeit}}{\text{Anspannungszeit}}$	um 3,0 %
Austreibungszeit	um 1,7 %
Gesamtsystolendauer	um 1,0 %

Signifikante Abnahmen:

Anspannungszeit	um 1,4 %

Die entsprechenden Werte für alle übrigen Meßgrößen sind aus Tabelle 4 (Spalte: b . 25 in %) zu entnehmen.

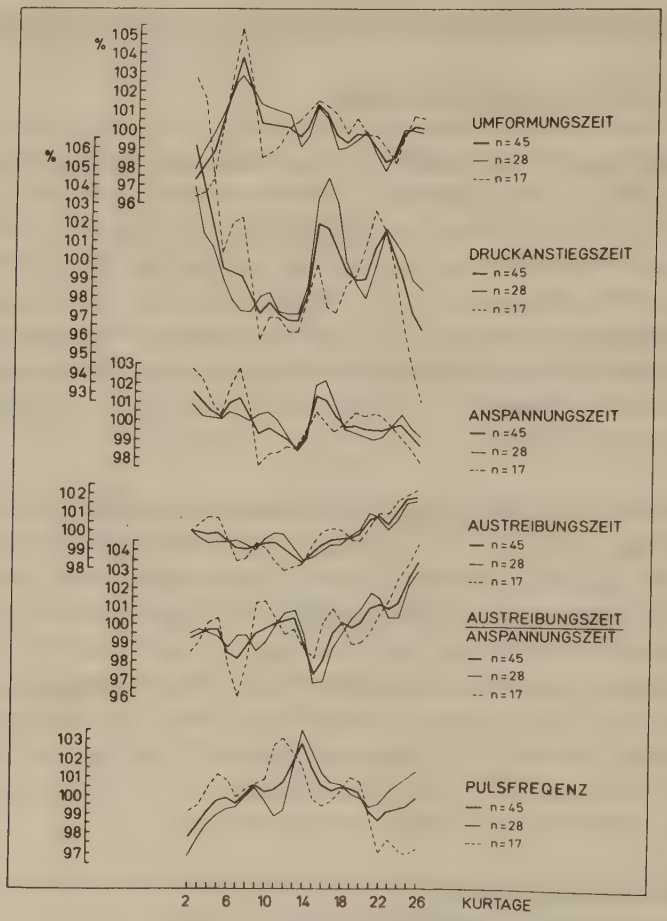

Abb. 4: Mittlere Kurverläufe von Umformungszeit, Druckanstiegszeit, Anspannungszeit, Austreibungszeit, Quotient aus Austreibungszeit und Anspannungszeit sowie der Pulsfrequenz von allen 45 Kurpatienten sowie der 1957/58 und 1960 untersuchten Teilgruppen. Ordinate in Prozent der individuellen Kurmittelwerte.

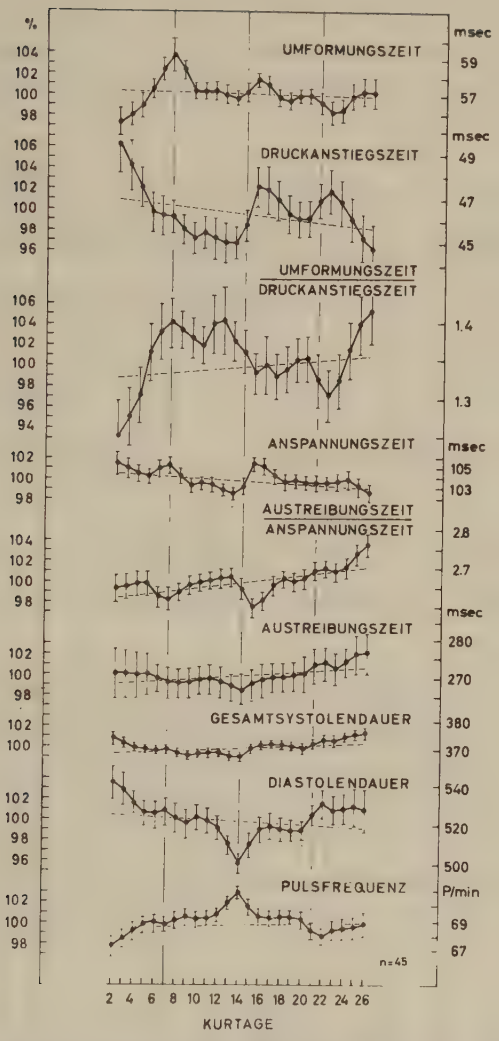

Abb. 5: Mittlerer Kurverlauf aller herzdynamischen Meßgrößen von 45 Patienten. Linke Ordinate in Prozent der individuellen Kurmittelwerte. Die rechte Ordinate gibt die zugehörigen absoluten Mittelwerte an. Die Klammern umfassen den Bereich des mittleren Fehlers der Tagesmittelwerte. Die gestrichelten Linien stellen die Regressionsgeraden dar.

Herzdynamische Größe	Regressions= koeffizient b	p-Werte	Korrelations= koeffizient r	b · 25 in %
Umformungszeit	- 0,019 ± 0,037	< 0,6	- 0,102 ± 0,179	- 0,5
Druckanstiegszeit	- 0,110 ± 0,062	< 0,1	- 0,333 ± 0,178	- 2,8
$\frac{\text{Umformungszeit}}{\text{Druckanstiegszeit}}$	+ 0,079 ± 0,080	< 0,4	+ 0,194 ± 0,193	+ 2,0
Anspannungszeit	- 0,056 ± 0,021	< 0,02	- 0,465 ± 0,157	- 1,4
$\frac{\text{Austreibungszeit}}{\text{Anspannungszeit}}$	+ 0,119 ± 0,030	< 0,001	+ 0,626 ± 0,122	+ 3,0
Austreibungszeit	+ 0,068 ± 0,022	< 0,005	+ 0,526 ± 0,145	+ 1,7
Gesamtsystolendauer	+ 0,039 ± 0,014	< 0,01	+ 0,448 ± 0,152	+ 1,0
Diastolendauer	- 0,052 ± 0,045	< 0,3	- 0,227 ± 0,190	- 1,3
Pulsfrequenz	+ 0,012 ± 0,088	< 0,2	+ 0,085 ± 0,199	+ 0,3

Tab. 4: Die Regressionskoeffizienten für den mittleren Kurverlauf aller herzdynamischen Größen von 45 Patienten mit ihren mittleren Fehlern, p-Werten sowie den zugehörigen Korrelationskoeffizienten und deren mittleren Fehlern. In der letzten Spalte ist die aus dem Regressionskoeffizienten berechnete mittlere Veränderung im Laufe von 25 Kurtagen in Prozent des Kurmittelwertes angegeben.

Aus einer Betrachtung der Kurven in Abb.5 ergibt sich, daß die Regressionsgeraden den tatsächlichen Kurverlauf der Mittelwerte nur ungenügend charakterisieren können. Vergleicht man stattdessen die Kuranfangs- und Endwerte, so stellen sich die Änderungen der herzdynamischen Größen im Kurverlauf folgendermaßen dar:

Signifikante Zunahmen (2. - 26. Kurtag):

Quotient	$\frac{\text{Umformungszeit}}{\text{Druckanstiegszeit}}$	um 12,0 %
Quotient	$\frac{\text{Austreibungszeit}}{\text{Anspannungszeit}}$	um 4,3 %

Signifikante Abnahmen (2. - 26. Kurtag):

Druckanstiegszeit	um 10,0 %
Anspannungszeit	um 2,9 %

Die statistisch nicht zu sichernden Differenzen der weiteren Meßgrößen sowie die p-Werte sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Vergleicht man die aus den Regressionen gewonnenen Ergebnisse mit den gefundenen Differenzen zwischen Kurbeginn und Kurende, so läßt sich übereinstimmend nur eine Zunahme des Quotienten Austreibungszeit/Anspannungszeit sowie eine Abnahme der Anspannungszeit im Verlauf der CO_2-Bäderkur sichern. Dabei ist der Anstieg des Quotienten im wesentlichen eine Folge der abnehmenden Anspannungszeit, diese ist wiederum fast ausschließlich auf eine Verkürzung der Druckanstiegszeit zurückzuführen.

b. Verlaufsformen und zeitliche Gliederung

Beim Vergleich der in Abb.5 zusammengestellten mittleren Kurverläufe fällt auf, daß die Verlaufsform im wesentlichen von zwei verschiedenen Faktoren bestimmt wird, die sich in den einzelnen Funktionsgrößen in unterschiedlichem Ausmaß aus-

Herzdynamische Größe	2.Kurtag	26.Kurtag	Differenz der Originalwerte	Differenz der Prozentwerte	p-Werte
Umformungszeit	55,9 msec	57,2 msec	+ 1,3 msec	+ 2,9	< 0,2
Druckanstiegszeit	49,1 msec	44,7 msec	- 4,4 msec	- 10,0	< 0,01
Umformungszeit / Druckanstiegszeit	1,25	1,40	+ 0,15	+ 12,0	< 0,01
Anspannungszeit	105,4 msec	102,2 msec	- 3,2 msec	- 2,9	< 0,05
Austreibungszeit / Anspannungszeit	2,64	2,76	+ 0,12	+ 4,3	< 0,02
Austreibungszeit	271,9 msec	276,6 msec	+ 4,7 msec	+ 1,9	< 0,6
Gesamtsystolendauer	374,3 msec	375,9 msec	+ 1,6 msec	+ 0,5	< 0,6
Diastolendauer	541,5 msec	523,6 msec	- 17,9 msec	- 2,6	< 0,3
Pulsfrequenz	67,5 P/min	68,6 P/min	+ 1,1 P/min	+ 2,0	< 0,3

Tab. 5: Die absoluten Kurmittelwerte aller 45 Patienten am Kuranfang und am Kurende sowie deren Differenzen in absoluten Einheiten und in Prozent der individuellen Kurmittelwerte. Die letzte Spalte enthält die p-Werte der Differenzen.

prägen. So spiegelt ein Teil der Kurven mehr oder weniger deutlich den Verlauf der Pulsfrequenz, der durch eine ansteigende Tendenz während der ersten Kurhälfte bis zum 14. Tag und einen nachfolgenden Abfall gekennzeichnet ist. Bei der bekannten gleichsinnigen Abhängigkeit der Austreibungszeit, der Gesamtsystolendauer sowie der Diastolendauer von der Pulsperiodendauer (BLUMBERGER, 1940, 1942; REINDELL u. KLEPZIG 1949; MEINERS 1958; AUINGER u. Mitarb. 1965; LANG 1965a; u.a.) verlaufen die Kurven dieser Größen während der Kur vorwiegend gegensinnig zur Pulsfrequenz. Naturgemäß zeigt auch der Quotient Austreibungszeit/Anspannungszeit diesen Frequenzeinfluß.

Demgegenüber dominiert in den Kurverläufen der Umformungszeit, Druckanstiegszeit und der Anspannungszeit ein sichtlich frequenzunabhängiger Faktor, der zu mehrfachen wellenförmigen Auslenkungen führt, deren Gipfel in den genannten Kurven synchron auftreten, die sich aber auch in den überwiegend frequenzabhängigen Verläufen andeuten. Die Gipfel dieser Auslenkungen bevorzugen den Bereich des 7., 15. und 22. Kurtages, sie treten also mit einem 7- bis 8-tägigen Intervall auf. Wie die in Tabelle 6 zusammengestellten p-Werte für die Mittelwert-Differenzen zwischen verschiedenen Kurtagen zeigen, ist die Amplitude der Wellen in den meisten Fällen statistisch signifikant. Die Richtung der Auslenkungen steht dabei in keiner einheitlichen Beziehung zur Gesamtrichtung des Kurverlaufs der entsprechenden Meßgröße.

2. Der Verlauf der kollektiven Streuungen

a. Gerichtete Gesamtänderungen des Variationskoeffizienten

Da nur wenige herzdynamische Größen im Kurverlauf eine sichere gerichtete Veränderung zeigen, liegt es nahe zu prüfen, ob deren kollektive Streuung als Ausdruck konvergierend oder divergierend wirkender Einflüsse im Kurverlauf eine einheitliche Veränderung erfährt. Zu diesem Zweck wurden für alle

Herzdynamische Größe	Meßwert-Paare (Kurtage)								
	2.-7.	2.-10.	2.-14.	2.-15.	2.-20.	7.-22.	7.-26.	13.-15.	15.-26.
Umformungszeit	< 0,005	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,1	< 0,6	< 0,1	< 0,1	< 0,5
Druckanstiegszeit	< 0,05	< 0,01	< 0,02	< 0,2	< 0,05	< 0,4	< 0,3	< 0,05	< 0,01
Umformungszeit / Druckanstiegszeit	< 0,01	< 0,05	< 0,05	< 0,2	< 0,1	< 0,05	< 0,8	< 0,3	< 0,2
Anspannungszeit	< 0,05	< 0,2	< 0,1	< 0,9	< 0,2	< 0,2	< 0,05	< 0,005	< 0,025
Austreibungszeit / Anspannungszeit	< 0,6	< 0,7	< 0,99	< 0,3	< 0,6	< 0,025	< 0,001	< 0,02	< 0,001
Austreibungszeit	< 0,8	< 0,9	< 0,6	< 0,9	< 0,98	< 0,95	< 0,3	< 0,95	< 0,2
Gesamtsystolendauer	< 0,01	< 0,05	< 0,02	< 0,4	< 0,2	< 0,1	< 0,02	< 0,2	< 0,005
Diastolendauer	< 0,2	< 0,1	< 0,001	< 0,02	< 0,02	< 0,7	< 0,97	< 0,98	< 0,025
Pulsfrequenz	< 0,2	< 0,1	< 0,001	< 0,05	< 0,1	< 0,5	< 0,95	< 0,99	< 0,05

Tab. 6: p-Werte für die Mittelwert-Differenzen zwischen zwei verschiedenen Kurtagen.

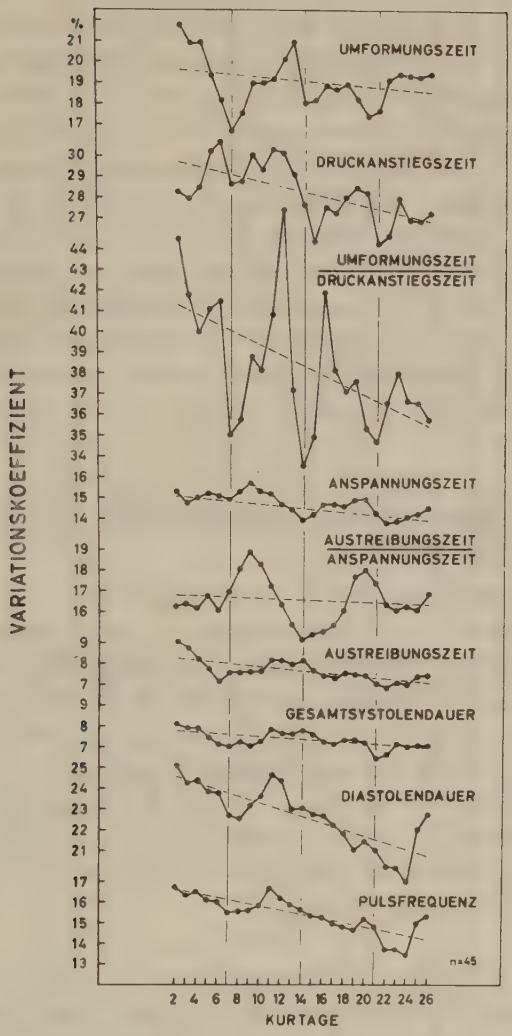

Abb. 6: Kurverlauf der Variationskoeffizienten aller herz=dynamischen Meßgrößen von 45 Kurpatienten. Die ge=strichelten Linien stellen die Regressionsgeraden dar.

Meßgrößen die Variationskoeffizienten errechnet, deren Kurverlauf in Abbildung 6 zusammengestellt ist. Zur Veranschaulichung der durchschnittlichen Verlaufsrichtung wurden die Regressionsgeraden eingezeichnet. Die zugehörigen Regressionskoeffizienten sind mit ihren mittleren Fehlern, den p-Werten sowie den entsprechenden Korrelationskoeffizienten in Tabelle 7 angegeben. Dabei ergibt sich,daß mit Ausnahme von Umformungszeit und Quotient Austreibungszeit/Anspannungszeit bei allen Meßgrößen die kollektive Streuung hoch signifikant im Kurverlauf abnimmt. Bezogen auf die Kurmittelwerte liegen die durchschnittlichen Abnahmen des Variationskoeffizienten zwischen 7,9 und 17,3 %. Da selbst die beiden ausgenommenen Meßgrößen in ihren Streuungswerten abnehmende Tendenz zeigen, kann von einem umfassenden Konvergieren der herzdynamischen Größen im Kurverlauf im Sinne einer Normalisierung gesprochen werden.

b. Verlaufsformen und zeitliche Gliederung des Variationskoeffizienten

Bei einem näheren Vergleich der formalen Einzelheiten im Kurverlauf der Variationskoeffizienten in Abb.6 lassen sich - wie bei den Mittelwertverläufen - wiederum zwei Verlaufstypen unterscheiden. Bei der Pulsfrequenz und den von ihr abhängigen Meßgrößen (Diastolendauer, Gesamtsystolendauer und Austreibungszeit) wird der abnehmende Streuungsverlauf zweimal mehr oder weniger deutlich durch ein vorübergehendes Ansteigen unterbrochen,und zwar im Bereich des 11. und 20. Kurtages. Außerdem findet sich in den Kurven ein steiler Wiederanstieg in den letzten beiden Kurtagen.

Demgegenüber sind die Streuungsverläufe von Umformungszeit, Druckanstiegszeit, Quotient Umformungszeit/Druckanstiegszeit sowie der Anspannungszeit übereinstimmend durch eine periodische Schwankung von 7 Tagen Periodendauer gekennzeichnet, wobei die Minima im Bereich des 7., 14. und 21. Kurtages liegen. Der Verlauf des Variabilitätskoeffizienten des Quotienten Austreibungszeit/Anspannungszeit stellt erwartungsgemäß

Herzdynamische Größe	Regressionskoeffizient b	p-Werte	Korrelationskoeffizient r	Δ Vc %
Umformungszeit	- 0,040 ± 0,031	< 0,3	- 0,252 ± 0,187	- 5,3
Druckanstiegszeit	- 0,113 ± 0,030	< 0,005	- 0,594 ± 0,129	- 10,0
$\frac{\text{Umformungszeit}}{\text{Druckanstiegszeit}}$	- 0,232 ± 0,072	< 0,005	- 0,539 ± 0,142	- 15,1
Anspannungszeit	- 0,046 ± 0,010	< 0,001	- 0,662 ± 0,112	- 7,9
$\frac{\text{Austreibungszeit}}{\text{Anspannungszeit}}$	- 0,018 ± 0,030	< 0,6	- 0,116 ± 0,197	- 2,7
Austreibungszeit	- 0,050 ± 0,011	< 0,001	- 0,679 ± 0,108	- 16,3
Gesamtsystolendauer	- 0,034 ± 0,009	< 0,001	- 0,625 ± 0,122	- 11,7
Diastolendauer	- 0,156 ± 0,025	< 0,001	- 0,782 ± 0,078	- 17,3
Pulsfrequenz	- 0,096 ± 0,016	< 0,001	- 0,774 ± 0,081	- 15,6

Tab. 7: Die Regressionskoeffizienten des mittleren Kurverlaufs der Variationskoeffizienten mit ihren mittleren Fehlern und p-Werten sowie die zugehörigen Korrelationskoeffizienten. In der letzten Spalte ist die anhand der Regressionskoeffizienten gewonnene Streuungsabnahme Δ Vc % der einzelnen herzdynamischen Größen nach 25 Kurtagen angegeben, bezogen auf den Kurmittelwert des Variationskoeffizienten.

eine gewisse Übergangsform zwischen den beiden Typen dar, wobei Maxima im Bereich des 10. und 20. Kurtages besonders hervortreten.

Die Amplituden der periodischen Streuungsschwankungen werden durchweg bei beiden Typen im Kurverlauf fortschreitend kleiner, so daß das Bild einer gedämpft abklingenden Periodik mit zwei verschiedenen Vorzugsfrequenzen entsteht.

3. Aufgliederung nach dem Kurverlauf der Druckanstiegszeit

Bei der Durchsicht der individuellen Kurverläufe erwiesen sich diese bei keiner Meßgröße als einheitlich. Wir haben daher auch versucht, das Gesamtkollektiv nach Verlaufskriterien zu gruppieren. Dabei sind wir von der Druckanstiegszeit ausgegangen, weil diese von allen gemessenen Größen die deutlichsten individuellen Verlaufsunterschiede zeigte, was auch in der Höhe des Variabilitätskoeffizienten zum Ausdruck kommt (vgl. Abb.6).

So fand sich bei 10 Patienten ein ansteigender, bei 14 Patienten ein abfallender Kurverlauf der Druckanstiegszeit, während die übrigen 21 Patienten ein richtungsmäßig indifferentes Verhalten im Kurverlauf zeigten. In Abbildung 7 sind die mittleren Verläufe der Druckanstiegszeit für diese drei Gruppen zusammengestellt. Dabei fällt auf, daß sich diese Gruppen auch hinsichtlich der absoluten Ausgangswerte der Druckanstiegszeit sehr voneinander unterscheiden. Die Gruppe mit ansteigender Tendenz (Gruppe B) hat die niedrigste Ausgangslage, die mit abfallender Tendenz (Gruppe A) die höchste, während die bezüglich der Verlaufsrichtung indifferente Gruppe (Gruppe O) einen dazwischenliegenden Ausgangswert hat.

Die Untersuchung der anderen herzdynamischen Größen ergab nun, daß sich diese Gruppen nicht nur in bezug auf den Verlauf der Druckanstiegszeit unterscheiden. Abbildung 8 zeigt

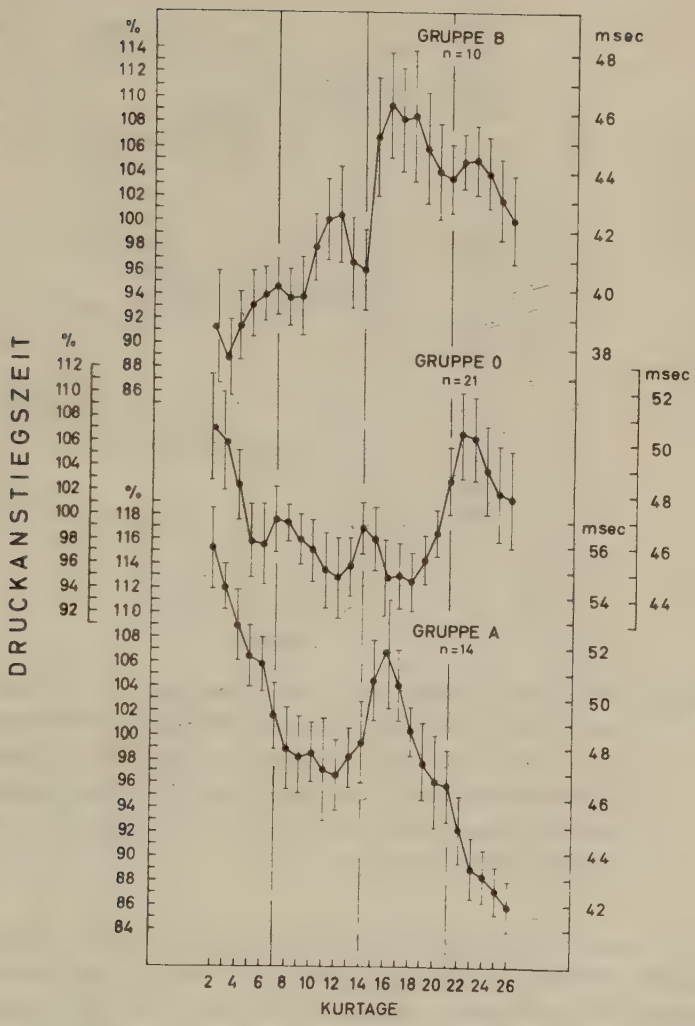

Abb. 7: Mittlerer Kurverlauf der Druckanstiegszeit in drei Teilgruppen (Gruppe A, B und 0) mit unterschiedlicher Verlaufstendenz, die sich auch in den absoluten Ausgangswerten signifikant unterscheiden. Linke Ordinate in Prozent der individuellen Kurmittelwerte. Die rechte Ordinate gibt die zugehörigen absoluten Mittelwerte an. Die Klammern umfassen den Bereich des mittleren Fehlers der Tagesmittelwerte.

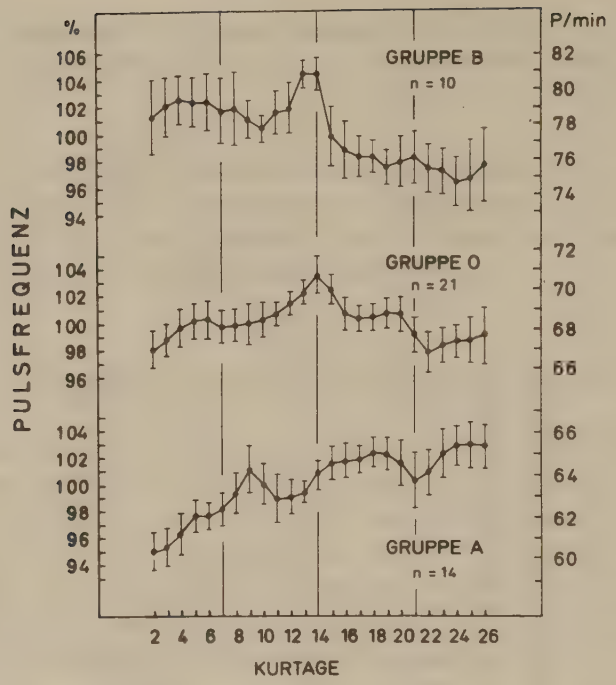

Abb. 8: Mittlerer Kurverlauf der Pulsfrequenz in den Gruppen A, B und O der Abb.7. Linke Ordinate in Prozent der individuellen Kurmittelwerte. Die rechte Ordinate gibt die zugehörigen absoluten Mittelwerte an. Die Klammern umfassen den Bereich des mittleren Fehlers der Tagesmittelwerte.

z.B. den mittleren Gang der Pulsfrequenz. Gruppe B hat das höchste Niveau der Pulsfrequenz mit einer deutlich abfallenden Tendenz im Kurverlauf. Gruppe A dagegen hat die niedrigste Ausgangslage und steigt im Mittel während der Kur signifikant an. Die indifferente Gruppe O nimmt auch hinsichtlich der Pulsfrequenz eine Mittelstellung zwischen diesen beiden Extremen ein.

In Tabelle 8 sind zur Beurteilung der Niveauunterschiede zwischen den drei genannten Teilgruppen die Mittelwerte der wichtigsten herzdynamischen Meßgrößen zu Kurbeginn zusammen-

Herzdynamische Größe	Gruppe B Mittelwert	Gruppe O Mittelwert	Gruppe A Mittelwert	p-Wert der Differenz A - B
Pulsfrequenz	78,1 P/min	67,2 P/min	60,3 P/min	$< 0{,}001$
Druckanstiegszeit	38,6 msec	50,0 msec	55,3 msec	$< 0{,}005$
Anspannungszeit	95,0 msec	106,3 msec	111,4 msec	$< 0{,}02$
Austreibungszeit	258,1 msec	270,5 msec	284,9 msec	$< 0{,}005$
Puls-Atem-Quotient	5,36	4,68	3,87	$< 0{,}001$

Tab. 8: Absolute Mittelwerte der wichtigsten herzdynamischen Größen in den Teil=gruppen A, B und O, gemäß Abb.7 - 13,zu Kurbeginn sowie die p-Werte der Mittelwertdifferenzen der verschiedenen Gruppen A und B. In der letzten Zeile sind zusätzlich die Mittelwerte des Puls-Atem-Quotienten angegeben.

gestellt. Dabei zeigt sich, daß sich die Gruppen A und B in allen Fällen signifikant unterscheiden, während die Niveauwerte der Gruppe O stets dazwischenliegen.

Tabelle 9 zeigt die den Regressionsgeraden entsprechenden mittleren Veränderungen der Meßwerte im Kurverlauf bei den drei Gruppen. Bei allen herzdynamischen Größen sind die Änderungen im Kurverlauf in Gruppe A und B von gegensätzlicher Richtung und dabei durchweg hoch signifikant. Die durchschnittlichen Änderungen in Gruppe O liegen stets zwischen den beiden Extremen und sind meist indifferent. Die zugehörigen Regressionskoeffizienten sowie die Korrelationskoeffizienten sind mit ihren mittleren Fehlern zur Kontrolle in Tabelle 10 angegeben.

Demnach hat die zunächst nur nach der Verlaufscharakteristik der Druckanstiegszeit vorgenommene Aufteilung des Gesamtkollektivs zu Gruppen geführt, die sich in ihrer gesamten herzdynamischen Situation und ihrer Reaktion auf die Bäderkur polar unterscheiden. Dies dürfte vor allem ein Ausdruck entsprechender Unterschiede in der vegetativen Gesamteinstellung sein. Dafür spricht, daß sich die Gruppen A und B auch hinsichtlich der mittleren Ausgangswerte des Puls-Atem-Quotienten (SCHAEFER u. HILDEBRANDT 1954; HILDEBRANDT 1959a u. 1960b) signifikant unterscheiden ($p < 0{,}001$), während die Gruppe O wiederum dazwischenliegt. Bei Gruppe A betrug der mittlere Kuranfangswert des Quotienten 3,87, bei Gruppe B 5,36 und bei Gruppe O 4,68.

Bei der Aufgliederung der Umformungszeit in Abbildung 9 tritt nun nicht so sehr der Unterschied von Niveau und Verlaufsrichtung zwischen den drei Gruppen hervor, vielmehr fällt vor allem die Verschiedenheit der zeitlichen Gliederung des Kurverlaufs ins Auge. Nach einer Verlängerung der Umformungszeit während der ersten Kurwoche, die in allen drei Gruppen zu einem Maximum am 7. Kurtag führt, zeigt die Gruppe B eine recht deutliche, gedämpft abklingende Periodik von 7 bis 8 Tagen Periodendauer. In der mittleren Gruppe O ist diese

Herzdynamische Größe	Gruppe B		Gruppe O		Gruppe A	
	mittlere Veränderung in %	p-Werte	mittlere Veränderung in %	p-Werte	mittlere Veränderung in %	p-Werte
Umformungszeit	+ 3,1	< 0,025	- 1,9	< 0,7	+ 3,3	< 0,02
Druckanstiegszeit	+ 16,1	< 0,001	+ 0,6	< 0,9	- 20,7	< 0,001
Umformungszeit / Druckanstiegszeit	- 20,1	< 0,001	- 2,6	< 0,5	+ 24,6	< 0,001
Anspannungszeit	+ 6,1	< 0,001	- 1,2	< 0,1	- 7,2	< 0,001
Austreibungszeit	+ 3,1	< 0,001	+ 2,3	< 0,001	- 0,4	< 0,6
Austreibungszeit / Anspannungszeit	- 3,7	< 0,025	+ 3,3	< 0,001	+ 7,1	< 0,001
Pulsfrequenz	- 6,7	< 0,001	- 0,6	< 0,5	+ 6,7	< 0,001

Tab. 9: Die den Regressionsgeraden entsprechenden mittleren Veränderungen der Meßwerte im Kurverlauf bei den drei Teilgruppen A, B und O, gemäß Abb. 7 - 13, mit den zugehörigen p-Werten.

Herzdynamische Größe	Gruppe B		Gruppe O		Gruppe A	
	Regressions=koeff. b	Korrelations=koeff. r	Regressions=koeff. b	Korrelations=koeff. r	Regressions=koeff. b	Korrelations koeff. r
Umformungszeit	-0,12 ± 0,05	-0,44 ± 0,16	-0,08 ± 0,16	-0,30 ± 0,18	+0,13 ± 0,05	+0,45 ± 0,16
Druckanstiegsz.	+0,64 ±0,11	+0,77 ± 0,08	+0,03 ± 0,11	+0,05 ± 0,20	-0,83 ± 0,12	-0,81 ± 0,07
Umformungszeit / Druckanstiegsz.	-0,81 ± 0,10	-0,85 ± 0,06	-0,10 ± 0,13	-0,16 ± 0,20	+0,99 ± 0,22	+0,67 ± 0,11
Anspannungszeit	+0,24 ± 0,05	+0,71 ± 0,10	-0,05 ± 0,03	-0,35 ± 0,18	-0,29 ± 0,03	-0,87 ± 0,05
Austreibungsz.	+0,12 ± 0,04	+0,56 ± 0,14	+0,09 ± 0,02	+0,66 ± 0,11	-0,01 ± 0,02	-0,12 ± 0,20
Austreibungsz. / Anspannungsz.	-0,15 ± 0,07	-0,41 ± 0,17	+0,13 ± 0,03	+0,69 ± 0,11	+0,29 ± 0,05	+0,73 ± 0,09
Pulsfrequenz	-0,27 ± 0,04	-0,81 ± 0,07	-0,03 ± 0,03	-0,14 ± 0,17	+0,27 ± 0,03	+0,89 ± 0,04

Tab. 10: Die Regressionskoeffizienten und Korrelationskoeffizienten für den mittleren Kurverlauf der herzdynamischen Größen in den Teilgruppen A, B und O, gemäß Abb. 7 - 13, mit ihren mittleren Fehlern.

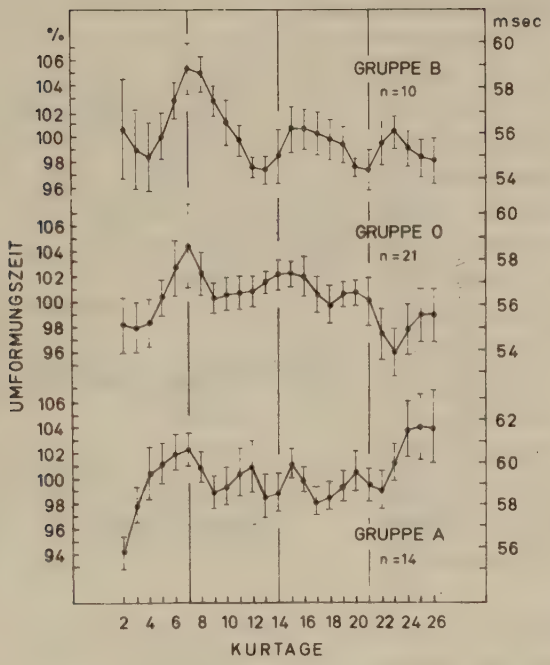

Abb. 9: Mittlerer Kurverlauf der Umformungszeit in den Gruppen A, B und O der Abb.7 und 8. Linke Ordinate in Prozent der individuellen Kurmittelwerte. Die rechte Ordinate gibt die zugehörigen absoluten Mittelwerte an. Die Klammern umfassen den Bereich des mittleren Fehlers der Tagesmittelwerte.

Periodik stark abgeschwächt, aber noch gut erkennbar, während sie in der Gruppe A nicht mehr abzugrenzen ist. Dafür fällt in dieser Gruppe eine stärkere Verlängerung der Umformungszeit in der letzten Kurwoche auf.

Solche Gruppenunterschiede der Verlaufsform sind auch bei der Anspannungszeit nachweisbar (Abbildung 10). Bei der Gruppe B wird der Kurverlauf ganz überwiegend von der etwa 7 - bis 8-tägigen Periodik der Umformungszeit geprägt, während die Mittelwertkurve der Gruppe A einen dominierenden Einfluß der Verlaufsform der Druckanstiegszeit in dieser Gruppe erkennen

läßt (vgl. Abb.7). Gruppe O nimmt auch in dieser Hinsicht eine Übergangsstellung ein.

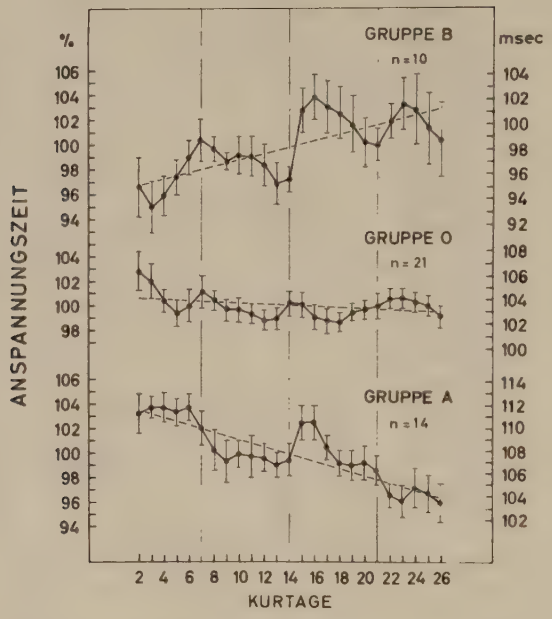

Abb. 10: Mittlerer Kurverlauf der Anspannungszeit in den Gruppen A, B und O der Abb.7 bis 9. Linke Ordinate in Prozent der individuellen Kurmittelwerte. Die rechte Ordinate gibt die zugehörigen absoluten Mittelwerte an. Die Klammern umfassen den Bereich des mittleren Fehlers der Tagesmittelwerte. Die gestrichelten Linien stellen die Regressionsgeraden dar.

Da im Verhalten der Austreibungszeit solche Unterschiede der zeitlichen Gliederung infolge geringer Schwankungsamplituden zurücktreten (Abbildung 11), gestalten die beschriebenen Gruppenmerkmale auch das Verlaufsbild des Quotienten Austreibungszeit/Anspannungszeit in Abbildung 12.

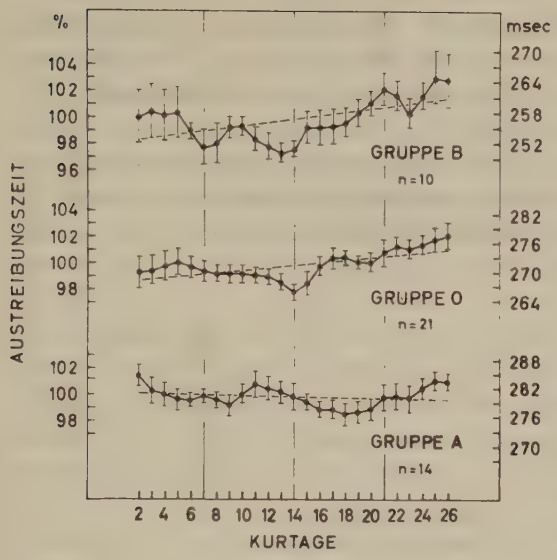

Abb. 11: Mittlerer Kurverlauf der Austreibungszeit in den Gruppen A, B und O der Abb.7 bis 10. Linke Ordinate in Prozent der individuellen Kurmittelwerte. Die rechte Ordinate gibt die zugehörigen absoluten Mittelwerte an. Die Klammern umfassen den Bereich des mittleren Fehlers der Tagesmittelwerte. Die gestrichelten Linien stellen die Regressionsgeraden dar.

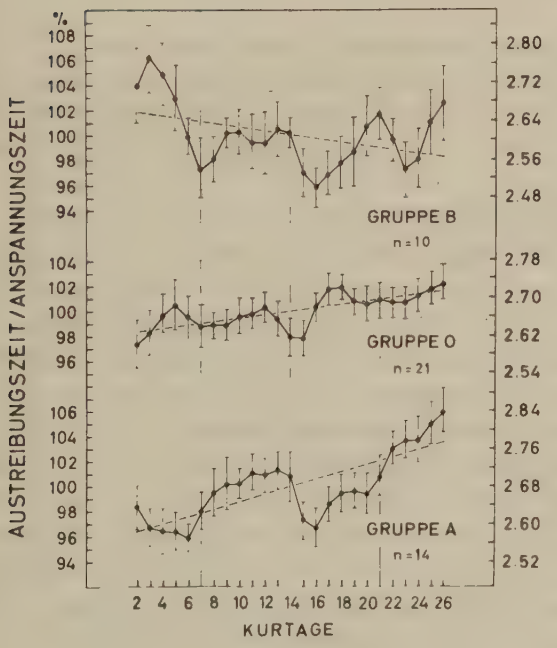

Abb. 12: Mittlerer Kurverlauf des Quotienten Austreibungszeit/Anspannungszeit in den Gruppen A, B und O der Abb. 7 bis 11. Linke Ordinate in Prozent der individuellen Kurmittelwerte. Die rechte Ordinate gibt die zugehörigen absoluten Mittelwerte an. Die Klammern umfassen den Bereich des mittleren Fehlers der Tagesmittelwerte. Die gestrichelten Linien stellen die Regressionsgeraden dar.

Während die in Tabelle 9 zusammengestellten durchschnittlichen Veränderungen im Kurverlauf erkennen lassen, daß die gegensätzliche Verlaufsrichtung der Anspannungszeit in den beiden Extremgruppen von der Druckanstiegszeit diktiert wird, ist die unterschiedliche zeitliche Gliederung im Verlauf der Anspannungszeit darauf zurückzuführen, daß im einen Falle die Periodik der Umformungszeit dominiert, im anderen die Verlaufscharakteristik der Druckanstiegszeit.

D. Diskussion

1. Zur Methodik

Bei der Beurteilung unserer Befunde ist zunächst zu prüfen, inwieweit diese durch Faktoren mitbestimmt sein können, die nicht für CO_2-Bäderkuren charakteristisch sind, oder auch die Aussagekraft der Meßergebnisse einschränken.

Die Altersverteilung unserer Patienten (vgl. Abb.1) stimmt praktisch völlig mit den umfangreicheren Erhebungen von HILDEBRANDT (1960b) am selben Kurort überein und ist daher als repräsentativ für männliche Kurpatienten eines Herzbades anzusehen. Besonders wichtig ist aber, daß auch in den 3 Teilgruppen, die bei der Aufgliederung nach Kurverlaufsmerkmalen gewonnen wurden, der Altersdurchschnitt praktisch gleich war (Gruppe A: 53,8 Jahre; Gruppe B: 53,1 Jahre; Gruppe O: 53,4 Jahre).

Die Beschränkung unserer Untersuchungen auf männliche Kurpatienten hatte lediglich den Zweck, mögliche Einflüsse des Menstruationszyklus (BREHM 1953; Lit.-Übersicht vgl. HILDEBRANDT 1962a) auszuschalten.

An weiteren spontan-rhythmischen Einflüssen auf die Herzdynamik sind vor allem solche des Tages- und Jahresrhythmus zu berücksichtigen. Nach Untersuchungen von KAISER u. MAURATH (1949), HILDEBRANDT u. ENGELBERTZ (1953) sowie KLAUS u. BERGES (1958) unterliegen sämtliche herzdynamische Meßgrößen einer tagesrhythmischen Schwankung. Es war deswegen besonders wichtig, alle Kontrolluntersuchungen im Kurlängsschnitt zur gleichen Tageszeit vorzunehmen. Abgesehen von der Pulsfrequenz ist zwar die Herzdynamik noch nicht im Jahreslängsschnitt systematisch verfolgt worden (Lit.-Übersicht s. HILDEBRANDT 1962a), es ist aber aufgrund der vorliegenden Befunde über jahreszeitliche Umstellungen im Gesamtkreislauf zu erwarten, daß auch die Herzdynamik daran teilnimmt. Von unseren

Patienten haben 35 die CO_2-Bäderkur in den Monaten August - Oktober begonnen, die übrigen 10 im März und April. In den Teilgruppen betrug der Anteil von Frühjahrskuren mit 4 von 14 in Gruppe A 29 %, mit 1 von 10 in Gruppe B 10 % und mit 5 von 21 in Gruppe O 24 %. Er war somit nicht ganz gleichmäßig verteilt. Da aber der Anteil in allen 3 Gruppen nicht einmal 30 % erreichte, dürfte er das durchschnittliche Verhalten der Gruppe nicht entscheidend beeinflussen können.

Wichtig für die bei solchen Untersuchungen anzustrebende Homogenität war die Tatsache, daß alle Patienten im selben Sanatorium betreut wurden, so daß Tagesplan und Ernährung sowie die ärztliche Führung weitgehend gleich blieben. Dies gilt auch für die Ausführung der zusätzlichen physikalisch-therapeutischen Maßnahmen, deren Effekte natürlich im Rahmen der Gesamtkur nicht isoliert werden können. Unter Wirkung der CO_2-Bäderkur kann daher hier nur der komplexe Effekt des Kuraufenthaltes einschließlich aller Milieueinwirkungen verstanden werden. Wir überzeugten uns auch, daß bei der Aufgliederung der Teilgruppen nicht in einer von diesen die Häufigkeit bestimmter zusätzlicher Anwendungen (vgl. Abb.2) überwog.

Den Kurverlauf in größeren Patientengruppen von medikamentösen Maßnahmen völlig frei zu halten, ist erfahrungsgemäß kaum möglich. Der zahlenmäßige Anteil von Patienten mit Medikamentverordnung am Gesamtkollektiv war nur gering, so daß wesentliche Einflüsse auf das durchschnittliche Verhalten nicht zu befürchten sind. Wichtig ist aber auch die Feststellung, daß in keiner der Teilgruppen die Verabreichung von Herzglykosiden, Barbituraten etc. gehäuft vorkam.

Was schließlich die meßtechnische Sicherheit unserer Ergebnisse betrifft, so sind in Tabelle 11 die durchschnittlichen Kurmittelwerte aller Patienten für fast alle Meßgrößen zusammengestellt und mit entsprechenden Angaben der Literatur verglichen, die - soweit wie möglich - auch für den Mittelwert der Pulsfrequenz sowie das Durchschnittsalter unserer Patientengruppe angegeben wurden. Bei diesem Vergleich fällt ledig=

Herzdynam.Größe	KM (n=45)	Vergleichbare Zeitwerte der Herzdynamik aus der Literatur			
Umformungszeit	57,0 msec	50 msec	60-90 P/min	jun.ges.Erwachs.	HOLLDACK (1951)
		36-61 msec		gesunde Erwachs.	EMMRICH u.Mitarb.(1956)
		56 msec		gesunde Erwachs.	LANG (1965)
		56-59 msec	60-80 P/min	gesunde Erwachs.	AUINGER (1966)
Druckanstiegsz.	46,4 msec	35-40 msec	60-80 P/min	jun.ges.Erwachs.	HOLLDACK (1951)
		16-67 msec		gesunde Erwachs.	EMMRICH u.Mitarb.(1956)
		31,4 msec		gesunde Erwachs.	LANG (1965)
Anspannungszeit	103,8 msec	50-100 msec		gesunde Erwachs.	BLUMBERGER (1940)
		55-103 msec		gesunde Erwachs.	BEURICH u.MAASS (1949)
		80-90 msec	60-80 P/min	jun.ges.Erwachs.	HOLLDACK (1951)
		87-92 msec	60-80 P/min	gesunde Erwachs.	LANG (1965)
Austreibungsz. / Anspannungszeit	2,7	2,5-5,0		gesunde Erwachs.	BLUMBERGER (1942)
		2,7-4,4		gesunde Erwachs.	BEURICH u.MAASS (1949)
		3,2		gesunde Erwachs.	LANG (1965)
Austreibungsz.	271,4 msec	195-310 msec		gesunde Erwachs.	BLUMBERGER (1940)
		218-326 msec		gesunde Erwachs.	BEURICH u.MAASS (1949)
		280-295 msec	60-80 P/min	jun.ges.Erwachs.	HOLLDACK (1951)
		268 msec	80 P/min	ält.ges.Erwachs.	WEZLER (1958)
		286-293 msec	60-80 P/min	gesunde Erwachs.	LANG (1965)
Pulsfrequenz	68,8 P/min	72 P/min		gesunde Erwachs.	HILDEBRANDT (1960)
Verzögerungsz.	22,4 msec	37,1 msec		gesunde Erwachs.	JORDAN (1962)
		26,9 msec		Art.sklerotiker	JORDAN (1962)
		23,8 msec		Hypertoniker	JORDAN (1962)
		33,4 msec		unausgewählt.E.	JORDAN (1962)

Tab. 11: Vergleich der durchschnittlichen Kurmittelwerte (KM) der herzdynamischen Meßgrößen aller 45 Patienten mit Angaben der Literatur.

lich auf, daß unsere Mittelwerte für die Druckanstiegszeit und zugleich auch für die gesamte Anspannungszeit stärker vom erwarteten Durchschnitt abweichen und an der oberen Grenze der Normbereiche liegen. Für diese Abweichung müssen durchaus systematische Meßfehler als Ursache mit in Betracht gezogen werden.

Während der Beginn der Anspannungszeit als Q-Zacken-Beginn im Elektrokardiogramm ohne Schwierigkeit festgelegt werden kann, bestehen bei der Abgrenzung ihres Endes zwei Unsicherheiten. So läßt einmal der Beginn der Austreibung, d.h. des Anstiegs in der Carotis-Pulskurve, einen gewissen Spielraum bei der Festlegung zu, je nachdem, ob man den wirklichen Fußpunkt oder den Beginn des Steilanstiegs wählt (vgl. JUNGMANN 1953; GADERMANN u. JUNGMANN 1964). Wir haben stets den später liegenden Beginn des Steilanstiegs gewertet.

Zum anderen ist die Ausmessung der Verzögerungszeit zwischen dem Beginn des 2. Herztones und der Carotis-Pulsinzisur nicht immer hinreichend sicher. Bei geringer Amplitude des Phonokardiogramms wird der Tonbeginn leicht zu spät angesetzt. Der Einfluß solcher Unsicherheiten auf die Anspannungszeit bzw. Druckanstiegszeit kann erheblich sein und ist schwer kontrollierbar, da die Verzögerungszeit in Abhängigkeit von den Bedingungen im arteriellen Kreislauf nach Untersuchungen von JORDAN (1962) sehr unterschiedlich sein kann. Immerhin liegt der von uns gefundene Mittelwert der Verzögerungszeit von 22,4 msec sicher extrem niedrig, zumal die Blutdruckwerte bei unseren Patienten im Durchschnitt nicht erhöht waren (P systol. = 121,0 mm Hg; P diastol. = 71,3 mm Hg). Auf der anderen Seite ist aber der hohe Altersdurchschnitt unserer Gruppe nicht zu vernachlässigen. Die Pulswellengeschwindigkeit, die für die Verzögerungszeit maßgebend ist, nimmt bekanntlich mit steigendem Alter zu (Lit. WEZLER u. STANDL 1936; HERZOG u. MEURER 1939; JUNGMANN u. ERDMANN 1956; MELLEROWICZ u. PETERMANN 1956).

Aber selbst wenn man annimmt, daß Druckanstiegszeit und An=

spannungszeit von uns um 5 - 10 msec zu lang gemessen wurden, tendieren die Zeiten im Mittel immer noch zum oberen Normbereich. Diese Abweichung kennzeichnet daher die herzdynamische Situation unserer Patientengruppe und wird im folgenden noch zu diskutieren sein.

2. Vergleich der Ergebnisse mit Befunden der Literatur

Beim Vergleich unserer Ergebnisse mit den in der Literatur mitgeteilten Befunden über die Einwirkung von CO_2-Bädern auf die Herzdynamik ist grundsätzlich zu berücksichtigen, daß unsere Untersuchungen so angelegt waren, daß nach Möglichkeit nur langfristige Umstellungen der Herzdynamik erfaßt wurden. Hingegen wurden die sog. Immediatwirkungen (DELIUS u. KEMPE 1959) der einzelnen Kurmittelapplikationen dadurch ausgeschlossen, daß die Untersuchungstermine während der ganzen Beobachtungszeit vor jedem CO_2-Band, d.h. mit dem größmöglichen Zeitabstand von der vorhergehenden Applikation anberaumt wurden.

Während über die akute Wirkung des CO_2-Bades auf herzdynamische Meßgrößen mehrere Untersuchungen mitgeteilt wurden (BARTUSSEK 1938; HERKEL 1938; v. DUNGERN 1939 u. 1940; SCHÖLMERICH u. ZIPP 1953; LINDENBERG 1955; JORDAN u. Mitarb. 1960), liegen nur wenige Kurlängsschnittuntersuchungen vor, die den unseren vergleichbar wären. So verglich WEIDLICH (1960) in Bad Pyrmont Druckanstiegszeit, Anspannungszeit und Austreibungszeit von Hochdruckkranken vor und nach Abschluß einer Bäderkur, die mit blutdrucksenkender Medikation kombiniert wurde. Er fand eine Abnahme der Häufigkeit pathologischer Verlängerungen dieser Meßwerte.Bei der von uns gefundenen komplizierten Verlaufsform der Bäderkur kann der Vergleich von nur zwei Untersuchungsterminen natürlich nur einen sehr groben Anhalt bieten. JORDAN (1960), JORDAN u. MÜNCH (1962, 1964, 1966), JORDAN u. REIHNHOLD (1962) sowie MÜNCH u. JORDAN (1964a u.b) haben eine Reihe ähnlicher Studien bei sog. kombinierter Balneotherapie mit verschiedenen Medikamenten

durchgeführt, bei denen die herzdynamischen Größen nur 3 bis 4 mal während der CO_2-Bäderkur gemessen wurden.

Untersuchungen während reiner CO_2-Bäderkuren mit hinreichend dichter Beobachtungsfolge (vor jedem Einzelbad) wurden bisher nur von JORDAN u. Mitarb. (1960) an 12 Patienten in Bad Elster vorgenommen. Leider wurden wegen der geringen Fallzahl zur Darstellung der mittleren Kurverläufe je zwei Badetermine zusammengefaßt, so daß die von uns durch tägliche Mittelwertbildung aufgedeckten Feinheiten der zeitlichen Gliederung nicht verglichen werden können. Immerhin sind auch in diesem Material wellenförmige Schwankungen ("Knick am 10. uns 20. Kurtag") zu erkennen.

In bezug auf die durchschnittliche Verlaufsrichtung fanden JORDAN u. Mitarb. (1960) für die Umformungszeit eine deutliche Zunahme um etwa 8 %, während bei unseren Patienten die Umformungszeit im Durchschnitt um 0,5 % abnahm. Demgegenüber nahm die Druckanstiegszeit in guter Übereinstimmung mit unseren Befunden um ca. 3 % ab. Der Abnahme der Anspannungszeit in unserer Untersuchung steht bei JORDAN u. Mitarb. (1960) eher eine leichte Zunahme gegenüber. Zu diesen Diskrepanzen ist allerdings zu bemerken, daß die von JORDAN u. Mitarb. (1960) dargestellte Anspannungszeit nicht der Summe von Umformungs- und Druckanstiegszeit entspricht. Das Pulsfrequenzverhalten sowie die davon beeinflußte Austreibungszeit sind in beiden Untersuchungen kaum unterschiedlich und können daher die bestehenden Unterschiede im Verhalten der herzdynamischen Größen nicht begründen (vgl. HOLLDACK 1951, EMMRICH 1956; LANG 1965; u.a.).

Das Streuungsverhalten herzdynamischer Meßgrößen im Verlaufe von Bäderkuren ist bisher nicht untersucht worden. Lediglich STEINKE (1962) bzw. HILDEBRANDT u. STEINKE (1962) aus unserem Arbeitskreis haben bei gleich angelegten Kurverlaufsuntersuchungen kreislaufmechanischer Größen festgestellt, daß die Austreibungszeit zu den am stärksten konvergierenden (normalisierenden) Funktionsgrößen im Verlauf von CO_2-Bäderkuren

zählt, was auch in unserem Material deutlich ist (vgl. Tab.7, S.27). Darüber hinaus sind Normalisierungseffekte mit kollektiver Streuungsabnahme während Bäder- und Klimakuren bei zahlreichen weiteren Meßgrößen festgestellt worden (BALZAR u. Mitarb. 1959; HILDEBRANDT u. Mitarb. 1959; HILDEBRANDT 1960, 1962a; JUNGMANN 1962; HILDEBRANDT u. Mitarb. 1967).

Wenn man in Betracht zieht, daß in unserem Gesamtkollektiv sich im Kurverlauf nur wenige der herzdynamischen Größen im Mittel signifikant verändern, während der Variationskoeffizient bei fast allen Meßgrößen signifikant kleiner wird (vgl. Tab.4 u. 7, S.20 u. 27), so ist daraus zu schließen, daß ganz allgemein die gerichteten Gesamtänderungen gegenüber der konvergierenden Tendenz der Normalisierung zurücktreten. Die Aufschlüsselung von Gruppen mit unterschiedlicher Verlaufstendenz ergab ja auch (vgl. Abb. 7 - 12, S.29, 30, 35, 36, 37), daß die Gesamttendenz lediglich Ausdruck des Überwiegens einer Teilgruppe von bestimmter vegetativer Struktur ist. Obwohl der in Abb.4, Seite 20, vorgenommene Vergleich zweier Teilgruppen, die in verschiedenen Jahren beobachtet wurden, auch richtungsmäßig große Ähnlichkeiten ergab, ist eine solche Übereinstimmung eigentlich nur zwischen hinreichend großen Patientengruppen zu erwarten, die auch hinsichtlich der Art der Krankheitserscheinungen ähnlich zusammengesetzt sind. Die von JORDAN u. Mitarb. (1960) untersuchten 12 Patienten dürften diese Voraussetzungen zu einem Vergleich mit unserer größeren Gruppe nicht erfüllen.

3. Zu Mechanismus und Bedeutung der herzdynamischen Veränderungen während der CO_2-Bäderkur

Nach WITZLEB (1963) können die direkten Wirkungen des CO_2-Bades auf die Herzdynamik in der Form zusammengefaßt werden, "daß die Druckarbeit reduziert, die Volumenarbeit leicht gesteigert und die Herzfrequenz herabgesetzt wird". STEINKE (1962) hat die in der Literatur mitgeteilten Befunde über den Einfluß des CO_2-Bades auf Herz- und Kreislauffunktionen kürz-

lich im einzelnen zusammengestellt und diese zugleich mit den von ihm gefundenen Veränderungen im Laufe von CO_2-Bäderkuren verglichen. Er hat bereits darauf hingewiesen, daß die während des Bades auftretenden Umstellungen sich bei längerer Badedauer teilweise schon im Bade zurückbilden, im allgemeinen aber durch Nachruhe nach dem Bade für einige Zeit aufrechterhalten werden können, bis sie abklingen oder gar in eine entgegengerichtete Abweichung übergehen. Unsere eigenen Befunde lassen sich besonders gut an die von STEINKE (1962) erhobenen anschließen, da die von uns 1957/58 untersuchten 28 Kurpatienten zu dem Kollektiv gehörten, an dem STEINKE seine Untersuchungen über die Kreislaufmechanik gleichzeitig durchgeführt hat.

Tabelle 12 enthält in den 10 oberen Zeilen die von STEINKE (1962) zusammengestellten bzw. selbst gewonnenen Angaben. Die unteren 5 Zeilen berücksichtigen die von uns untersuchten zusätzlichen herzdynamischen Meßgrößen. Die Angaben für die akute CO_2-Badwirkung sind der Literatur entnommen, die für die gesamte CO_2-Bäderkur entsprechen den durchschnittlichen Befunden an unserem Gesamtkollektiv.

Über das Verhalten von Unformungszeit und Druckanstiegszeit im CO_2-Bad selbst liegen bisher keine Untersuchungen vor. Wir sind daher auf Ergebnisse angewiesen, die erst nach dem Ende des Bades erhoben wurden. SCHÖLMERICH u. ZIPP (1953) sowie JORDAN u. Mitarb. (1960) fanden übereinstimmend unmittelbar bzw. 5 min nach Ende eines thermoindifferenten CO_2-Bades ein Gleichbleiben der Umformungszeit und eine Verlängerung der Druckanstiegszeit. Entsprechend war auch die Anspannungszeit verlängert. HERKEL (1938) hatte allerdings aus dem Vergleich von elektrischer Systolendauer und Austreibungszeit im Bade selbst auf eine Verkürzung der Anspannungszeit geschlossen. Die mechanische Systolendauer wurde von v.DUNGERN (1940) während des CO_2-Bades deutlich verlängert gefunden, wobei gleichzeitig gezeigt wurde, daß die Beurteilung der Systolendauer (v.DUNGERN 1939) anhand der Q-T-Strecke (BARTUSSEK 1938; HAUKE 1940) zu unsicheren Ergebnissen führt.

Herz-Kreislauf=funktionsgrößen	Qualitative Änderungen der Kreislaufmechanik und Herzdynamik bei:	
	akutem CO_2-Badeversuch	CO_2-Bäderkur Bad Orb
Systolischer Blutdruck	-	-
Diastolischer Blutdruck	-	-
Blutdruckamplitude	(+)	±
Pulswellengeschwindigkeit	-	-
Grundschwingungsdauer der Arteria femoralis	+	+
Volumelastizitäts=koeffizient	-	-
Peripherer Widerstand	-	-
Pulsfrequenz	-	(+)
Herzschlagvolumen	+	+
Herzminutenvolumen	+	+
Umformungszeit	±	(-)
Druckanstiegszeit	+	-
Anspannungszeit	+	-
Austreibungszeit	+	+
Gesamtsystolendauer	+	+

Tab. 12: Qualitativer Vergleich der Änderungen kreislauf=mechanischer und herzdynamischer Meßgrößen beim akuten CO_2-Badeversuch und im Verlaufe der CO_2-Bäderkur.

STEINKE (1962) hat zwar eine weitgehende qualitative Übereinstimmung zwischen den Effekten des Einzelbades mit denen einer gesamten CO_2-Bäderkur gefunden, quantitativ waren letztere aber wesentlich geringer. STEINKE (1962) sowie HILDEBRANDT u. STEINKE (1962) sind aus grundsätzlichen Erwägungen der Auffassung entgegengetreten, daß die im Laufe einer Bäderserie eintretenden ökonomischen Umstellungen an Herz und Kreislauf das Ergebnis einer Summation von richtungsgebenden Effekten des Einzelbades darstellen. Sie konnten zeigen, daß die Kreislaufgrößen ihre Endwerte in einem periodischen Verlauf er=

reichen, bei dem bereits während der 2. Kurwoche vorübergehend die gleiche Einstellung wie am Kurende durchlaufen wird. Als wesentlich für das therapeutische Ergebnis wurden von diesen Autoren nicht die relativ schwachen gerichteten Umstellungen in der Gesamtgruppe, sondern vielmehr die beträchtliche kollektive Streuungsabnahme angesehen, die eine allgemeine Annäherung der einzelnen Kreislaufgrößen an einen mittleren Bereich im Kurverlauf anzeigte (sog. Normalisierung; vgl. dazu BALZAR u. Mitarb. 1957; HILDEBRANDT 1959a u.b, 1960; HILDEBRANDT u. Mitarb. 1959, 1967; JUNGMANN 1962).

Wie die Gegenüberstellung in Tab.12, S.47, zeigt, besteht bei den von uns untersuchten kreislaufdynamischen Größen nicht einmal eine durchgehende qualitative Übereinstimmung zwischen dem Effekt des einzelnen CO_2-Bades und dem einer gesamten Bäderkur. Die Beteiligung eines spezifisch richtunggebenden Einflusses des einzelnen CO_2-Bades am Gesamtkureffekt kann von uns um so sicherer abgelehnt werden, als die durchschnittlichen Veränderungen der Gesamtgruppe im Kurverlauf minimal sind, während sich nach Aufgliederung in Teilgruppen beträchtlich größere, aber richtungsmäßig divergierende Veränderungen ergeben. Auch das von STEINKE (1962) sowie HILDEBRANDT u. STEINKE (1962) beschriebene periodische Verhalten der Kreislaufgrößen findet sich gleichfalls im Kurverlauf unserer herzdynamischen Meßgrößen.

Wenn man zunächst von der Inhomogenität der Verlaufsrichtung in unserer Patientengruppe absieht, müßte man die in Tab.4, S.20 zusammengestellten mittleren Veränderungen als Ausdruck einer geringfügigen Umstellung der Herzdynamik auf vermehrte Volumleistung interpretieren, die sich den Vorstellungen von den ökonomisch trophotropen Effekten der CO_2-Bäderkur gut einordnen (GOLLWITZER-MEIER u. KRÜGER 1937; GOLLWITZER-MEIER 1938 u. 1953; HERKEL u. PAPAGEORGIOU 1938, HILDEBRANDT u. STEINKE 1962). Bei praktisch gleichbleibender Pulsfrequenz sind die Anspannungszeit und ihre beiden Komponenten verkürzt, die Austreibungszeit verlängert. Der Quotient Austreibungszeit/Anspannungszeit ist entsprechend vergrößert, was nach

BLUMBERGER (1941, 1942) als Zeichen der erhöhten Volumbeanspruchung zu gelten hat. Diese Gesamttendenz steht zudem in guter Übereinstimmung mit den von STEINKE (1962) in Bad Orb beobachteten Kreislaufumstellungen.

Bei der Aufgliederung in drei Teilgruppen hat sich aber ergeben, daß diese Zuordnung im Verhalten der einzelnen Meßgrößen in keiner der Teilgruppen erhalten bleibt oder gar gesteigert hervortritt. Wie Tab.9, S.33, zeigte, nimmt in Gruppe A die Anspannungszeit im Kurverlauf bei etwa gleichbleibender Austreibungszeit ab, was allein auf der erheblichen Verkürzung der Druckanstiegszeit beruht. In Gruppe B verlängern sich hingegen Anspannungszeit und Austreibungszeit, wobei die Zunahme der Anspannungszeit wiederum ausschließlich auf der verlängerten Druckanstiegsphase beruht. Die ohnehin schwachen Änderungen in Gruppe O erscheinen gegenüber diesen beiden Extremen als ein zufälliger Übergang.

Die Abhängigkeit der Austreibungszeit von der Pulsfrequenz ist nach übereinstimmenden Erfahrungen der Literatur (BLUMBERGER 1940; REINDELL u. KLEPZIG 1949; LANG 1965; AUINGER 1965 u.a.) bei interindividuellen Vergleichen sehr streng. LANG (1965) fand einen Korrelationskoeffizienten von etwa 0,8. Um so auffallender ist es, daß bei unseren Längsschnittbeobachtungen in allen Teilgruppen zwar ein qualitativ entsprechendes Verhalten der Austreibungszeit zur Pulsfrequenzänderung besteht, quantitativ aber erhebliche Freiheitsgrade vorhanden sind (vgl. Tab.8, S.31). Es liegt nahe, hier zusätzliche Einflüsse des Schlagvolumens auf die Austreibungszeit dafür verantwortlich zu machen (BLUMBERGER 1942; 1959; REINDELL u. KLEPZIG 1949; MELLEROWICZ 1956; REINDELL u. Mitarb. 1960, 1961 u.a.)

Als maßgebend für die Dauer der Umformungszeit wird allgemein der Füllungsdruck (HOLLDACK 1951; STEIN u. Mitarb. 1952; s.a. AUINGER 1966) angesehen. GEBHARDT u. Mitarb. (1962) fanden beim Menschen eine annähernd lineare Beziehung der Umformungszeit des rechten Ventrikels zu Schlagvolumen und Lungengesamtwiderstand. Nach Beta-Rezeptorenblockade blieb die Umfor-

mungszeit trotz beträchtlicher Pulsfrequenzänderung unverändert (GEBHARDT u. Mitarb. 1965).

Auch im Kurverlauf konnten wir keinen Einfluß der Pulsfrequenz auf die Umformungszeit beobachten, vor allem auch nicht nach Aufteilung in Gruppen. Dafür zeigte der Kurverlauf der Umformungszeit aber eine sehr ausgeprägte, ca. 7-tägige Periodik, die darauf hinweist, daß die periodisch fortgesetzten vegetativen Gesamtumstellungen (vgl. HILDEBRANDT 1959b) sich direkt auf die Dynamik des Herzmuskels auswirken. Nach neueren Untersuchungen von PONTOPPIDAN (1967) sind die im Verlauf von CO_2-Bäderkuren auftretenden periodischen Auslenkungen im Bereich des 7., 14. und 21. Kurtages, die auch beim Grundumsatz und weiteren Funktionsgrößen nachweisbar sind, trophotrop gerichtet. ENGEL u. Mitarb. (1963) fanden an den gleichen Terminen entsprechende Verlängerungen der Reaktionszeit. Die von uns nachgewiesene periodische Zunahme der Umformungszeit in diesem 7-tägigen Rhythmus würde gut zu der periodisch wiederkehrenden trophotropen Situation passen. Allerdings ist dieses periodische Verhalten nach Aufgliederung in Teilgruppen nur in der Gruppe B deutlich ausgeprägt, während es in der Gruppe A fehlt und in der Gruppe O stark abgeschwächt ist. Der Kurverlauf des Variationskoeffizienten weist aber darauf hin, wie sehr das Gesamtkollektiv im Verhalten der Umformungszeit periodisch beeinflußt wird.

Die Veränderungen der Druckanstiegszeit erfolgen dagegen im Kurverlauf in enger Beziehung zu den Änderungen der Pulsfrequenz. Dies ist zwar im Gesamtkollektiv (Abb.5, S.19) optisch nicht so deutlich, tritt aber in den Teilgruppen (vgl. Abb.7, S.29 u. 8, S.30) um so klarer hervor. Die Korrelationskoeffizienten zwischen den beiden Funktionsgrößen betragen in der Gruppe A $r = -0{,}78$ ($\pm$ 0,11); in der Gruppe B $r = -0{,}78$ ($\pm$ 0,12); und in der Gruppe O $r = -0{,}69$ ($\pm$ 0,11). Diese sehr enge Beziehung der Druckanstiegszeit zur Herzfrequenz im Kurlängsschnitt entspricht nicht den Erfahrungen der Literatur. HOLLDACK (1951) fand zwar auch einen Einfluß der Pulsfrequenz, der aber von EMMRICH u. Mitarb. (1956) nicht bestätigt werden

konnte. In neueren Untersuchungen von LANG (1965) wurde ein Korrelationskoeffizient von r = -0,47 gefunden. Da es sich bei diesen Befunden stets um Untersuchungen im interindividuellen Vergleich handelt, haben wir zur Kontrolle auch an unserem Kollektiv die Kurmittelwerte aller Patienten in Bezug auf die Pulsfrequenzabhängigkeit geprüft. Wir fanden in diesem Falle nur eine sehr schwache negative Korrelation mit einem r = -0,29 ($\pm$ 0,14) ($p < 0,05$). Richtung und Steilheit dieser Korrelation entsprachen gut den in den einzelnen Gruppen-Längsschnitten gefundenen. GEBHARDT u. Mitarb. (1962) fanden eine etwa lineare Beziehung zwischen Druckanstiegszeit und Herzschlagvolumen, die aber interessanterweise bei Normalpersonen und trainierten Sportlern von umgekehrter Richtung war. Der mittlere Verlauf der Druckanstiegszeit in unserem Gesamtkollektiv im Vergleich mit dem von STEINKE (1962) ermittelten Kurverlauf des Schlagvolumens würde richtungsmäßig ein Verhalten der Druckanstiegszeit wie bei Trainierten bedeuten (s. auch EMMRICH u. Mitarb. 1956). Leider ist es nicht möglich, diese Beziehung auch in den Teilgruppen zu verfolgen, da uns die Schlagvolumina nicht vollständig zur Verfügung stehen.

Die bei der Druckanstiegszeit besonders ausgeprägte Inhomogenität der Verlaufsrichtung zeigt eindringlich, wie wenig berechtigt es wäre, den Einfluß der CO_2-Bäderkur als einen exogen richtungsgebenden Effekt zu interpretieren. Die Einheitlichkeit der Verläufe in den drei Teilgruppen, die an der kaum abnehmenden Streuung abgelesen werden kann, erfordert vielmehr neben der Untersuchung der Streuungsabnahme im Sinne der Normalisierung eine nähere Analyse der Ausgangswertabhängigkeit der Veränderungen. Gemessen an der mittleren Abnahme des Variationskoeffizienten (vgl. Tab.7, S.27) ist die Normalisierung der Druckanstiegszeit zwar signifikant, aber nur mäßig ausgeprägt. Dies könnte darauf beruhen, daß der Normalbereich der absolut gemessenen Druckanstiegszeit durch den Einfluß konstitutioneller oder anderer Faktoren besonders breit ist. Die von anderen Autoren mitgeteilten Einzelwerte

bei Gesunden zeigen stets eine sehr große Variabilität (HOLL= DACK 1951; EMMRICH u. Mitarb. 1956; LANG 1965).

Wir haben daher auch den Versuch gemacht, durch Einbeziehung einer weiteren Variablen, die theoretisch die Druckanstiegs= zeit beeinflussen muß, den Normbereich einzuengen. Da die Druckanstiegszeit dann beendet ist, wenn der Ventrikeldruck den diastolischen Aortendruck erreicht hat, läßt sich die Druckanstiegsgeschwindigkeit als Quotient aus diastolischem Blutdruck und Druckanstiegszeit mit der Dimension mm Hg/msec bestimmen.

Bei Gegenüberstellung der Tagesmittelwerte von diastol. Blut= druck und Druckanstiegszeit im Gesamtkollektiv ergab sich in der Tat eine recht stramme positive Korrelation von $r = +0{,}63$ ($\pm$ 0,12) ($p < 0{,}001$), deren Richtung einem mittleren Quotien= ten von etwa 1,5 mm Hg/msec Druckanstiegsgeschwindigkeit ent= sprach. Bei Verwendung der individuellen Kurmittelwerte ließ sich dagegen keine sichere Korrelation dieser Art nachweisen, was wiederum darauf beruhen kann, daß die absolute Messung der Druckanstiegszeit sehr unsicher ist, während ihre Verän= derungen im Längsschnitt sicherer erfaßt werden können.

Abbildung 13 zeigt den Kurverlauf des Quotienten diastoli= scher Blutdruck/Druckanstiegszeit (Druckanstiegsgeschwindig= keit) in den drei Teilgruppen. Beim Vergleich mit den entspre= chenden Verläufen der Druckanstiegszeit (Abb.7, S.27) ergibt sich, daß Veränderungen des diastolischen Blutdrucks keinen wesentlichen Einfluß auf den Verlauf der Druckanstiegszeit haben können, sondern daß vielmehr die Änderungen der Druck= anstiegszeit ganz überwiegend solchen der Druckanstiegsge= schwindigkeit entsprechen. Das Streuungsverhalten des Quo= tienten diastolischer Blutdruck/Druckanstiegszeit ist für die Gesamtgruppe gleichfalls in Abbildung 14 am Verlauf des Va= riationskoeffizienten dargestellt. Dabei zeigt sich nun al= lerdings keine sichere Streuungsabnahme im Sinne der Normali= sierung.

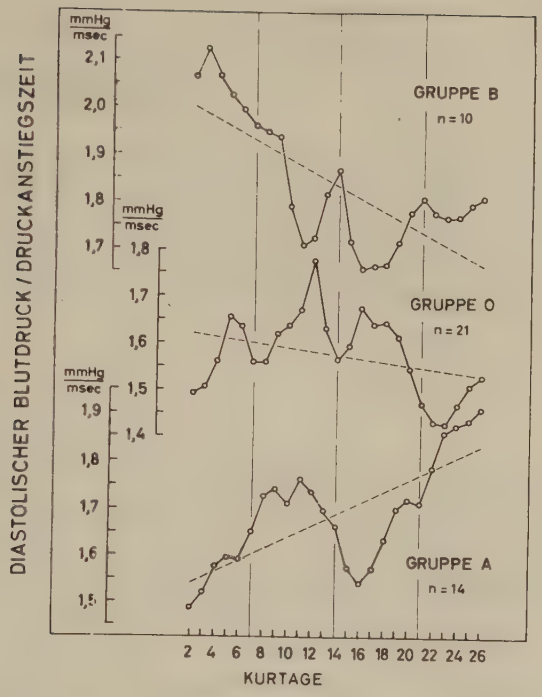

Abb. 13: Mittlerer Kurverlauf des Quotienten diastolischer Blutdruck/Druckanstiegszeit (Druckanstiegsgeschwindigkeit) in den Gruppen A, B und O der Abb.7 bis 12. Die linke Ordinate gibt die absoluten Mittelwerte des Quotienten in der Dimension mm Hg/msec an. Die gestrichelten Linien stellen die Regressionsgeraden dar.

Beachtungswert scheint uns, daß die Verlaufsform der Druckanstiegsgeschwindigkeit in den Gruppen B und O (vgl. Abb. 13) wiederum die ca. 7-tätige periodische Gliederung hervortreten läßt, während in der Gruppe A keine entsprechenden Wellen hervortreten. Richtungsmäßig entsprechen die Auslenkungen der Druckanstiegsgeschwindigkeit in den Gruppen B und O im Bereich des 7., 14. und 21. Kurtages allerdings einer Zunahme der Druckanstiegsgeschwindigkeit. Vergleicht man dieses Ver-

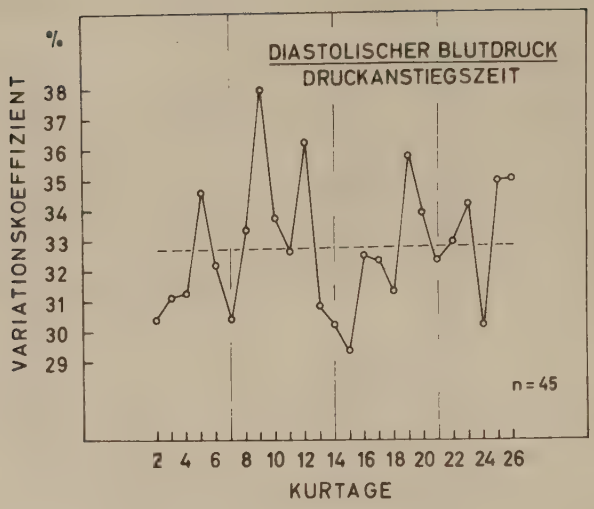

Abb. 14: Kurverlauf des Variationskoeffizienten des Quotienten diastolischer Blutdruck/Druckanstiegszeit (Druckanstiegsgeschwindigkeit) von 45 Kurpatienten. Die gestrichelte Linie stellt die Regressionsgerade dar.

halten mit dem der Umformungszeit, so ist festzustellen, daß einer Verlängerung der Umformungszeit hier eher jeweils eine Beschleunigung der Druckentwicklung gegenübersteht.

Diese Beziehung ist insofern bemerkenswert, als bei dem Versuch, die Druckanstiegsgeschwindigkeit mit dem Quotienten aus Schlagvolumen und Austreibungszeit in Beziehung zu setzen, der heute als gebräuchlicher Indikator für die Kontraktilität des Herzmuskels gelten kann (GEBHARDT u. Mitarb. 1962; GEBHARDT u. Mitarb. 1964; MILLAHN 1964), zunächst auch erwartet werden durfte, daß die mittlere Auswurfgeschwindigkeit (vgl. MILLAHN 1964) in gleichsinniger Beziehung zur Druckanstiegsgeschwindigkeit steht. Dies war aber bei der Prüfung an 28 Patienten, von denen uns Kurmittelwerte des Schlagvolumens zur Verfügung standen, durchaus nicht der Fall. Vielmehr fand sich eine statistisch signifikante negative Korrelation ($r = -0{,}40 \pm 0{,}18$),

so daß wir zu der Annahme neigen, daß die Verkürzungsgeschwindigkeit des Herzmuskels in umgekehrter Beziehung zu seiner Geschwindigkeit steht, Spannung zu entwickeln. Hier sind aber weitere Untersuchungen notwendig.

Der Quotient Umformungszeit/Druckanstiegszeit dürfte allerdings dieses Wechselverhältnis nicht sauber wiedergeben können, da der diastolische Druck nicht eingeht. Bemerkenswert ist aber, daß im Verlauf der Variabilität dieses Quotienten die 7-tägige Periodik mit besonderer Deutlichkeit abzulesen ist.

4. Der Einfluß der Ausgangslage

Auf die Abhängigkeit des Kurverlaufs von der vegetativen Ausgangslage ist von zahlreichen Autoren hingewiesen worden (AMELUNG u. BEST 1959; LAMPERT 1957, 1959; HENTSCHEL 1960; HILDEBRANDT 1960, 1962b u.c, 1963; STALLING 1960; ENGEL u. Mitarb. 1963; PONTOPPIDAN 1967 u.a.).

Die Unterteilung unseres Gesamtkollektivs in drei Teilgruppen nach der Verlaufsrichtung der Druckanstiegszeit bedeutet zunächst eine gewisse Willkür. Zwar ist wegen der nachgewiesenen Normalisierungstendenz der Druckanstiegszeit zu erwarten, daß sich die Teilgruppen mit verschiedener Verlaufsrichtung auch in den Ausgangswerten unterscheiden. Jedoch muß diese Frage noch gesondert geprüft werden, um die Teilgruppen, die sich ja auch in Bezug auf das periodische Verhalten unterscheiden, hinsichtlich der Ausgangslage zu charakterisieren.

Tab.8, S.31, gibt daher eine Zusammenstellung der mittleren Kuranfangswerte (1.Untersuchungstermin) für die wichtigsten Meßgrößen in den Teilgruppen A, O und B. Dabei unterscheiden sich die Extremgruppen A und B in allen aufgeführten Mittelwerten signifikant, während die Gruppe O stets eine mittlere Stellung einnimmt.

Gruppe B läßt sich mit erhöhter Pulslage und erhöhtem Puls-Atem-Quotienten als diejenige mit überwiegend ergotroper Ausgangslage kennzeichnen (vgl. HENTSCHEL 1960; HILDEBRANDT 1960a u.b, 1962b u.c, 1963; STALLING 1960; PONTOPPIDAN 1967). Die Druckanstiegszeit ist entsprechend kurz, was sich auch auf die Anspannungszeit auswirkt. Die Austreibungszeit ist gleichfalls - schon frequenzabhängig - kurz.

Gruppe A dagegen zeigt erniedrigte Ausgangswerte von Pulsfrequenz und Puls-Atem-Quotient, die eine betont trophotrope vegetative Gesamtsituation kennzeichnen. Dabei liegen die verlängerten Werte für Druckanstiegszeit und Anspannungszeit bereits im Grenzbereich der Norm, auch wenn wir berücksichtigen, daß durch die angewandte Meßtechnik ein systematisch verlängernder Effekt beteiligt ist (vgl. S. 42). Bei dem relativ hohen Durchschnittsalter unserer Patienten müssen wir es für möglich halten, daß eine physiologische Altersinsuffizienz (vgl. WEZLER 1958; LANG 1965) die Herzdynamik bereits mitprägt.

Eine Unterscheidung der individuellen vegetativen Gesamtsituation nach Ergotropie und Trophotropie bzw. Sympathikotonie und Vagotonie (HESS 1930; WEZLER 1941; SCHIMERT 1948; HOFF u. LOSSE 1955; HEINECKER 1959; MECHELKE 1959; u.a.) ist in letzter Zeit mehrfach, insbesondere von SCHAEFER (1965) in Frage gestellt worden. Von SCHAEFER (1965) ist vor allem eingewandt worden, daß durchaus nicht alle Funktionssysteme zugleich sympathikotone bzw. parasympathikotone Abweichungen aufweisen müssen. Er hat stattdessen die Einführung der Begriffe Hypertonie und Hypotonie vorgeschlagen, um die vegetative Situation zu kennzeichnen.

Eine Durchsicht der einschlägigen Literatur über diese Frage zeigt einerseits, daß zahlreiche weitere Versuche vorliegen, vegetative Reaktionstypen von polarem Charakter zu differenzieren (LAMPERT 1943, 1959; CURRY 1951; CHRISTIAN u. Mitarb. 1964; HEINECKER 1959; KUNZE 1956, 1959; KERDÖ 1966; u.a.),

zum anderen aber, daß insbesondere hinsichtlich der Kreislaufgrößen alle diese Merkmalssysteme große Ähnlichkeiten aufweisen. Darüber hinaus ist gerade die Korrelation der Kreislaufwerte mit weiteren Funktionsgrößen, wie z.B. dem Grundumsatz, außerordentlich streng (WEZLER u. Mitarb. 1940; HOFF u. LOSSE 1955; PIRLET u. JUNGMANN 1955; HEINECKER 1959; JUNGMANN u. GADERMANN 1959; HILDEBRANDT 1962a). Wir sehen deshalb bisher keine Veranlassung, unsere Teilgruppen nicht nach einem bereits bewährten Verfahren zu charakterisieren.

Die deutlichen Unterschiede, die unsere Teilgruppen im Kurverlauf der herzdynamischen Größen zeigen, lassen sich gut mit den Erfahrungen unseres Arbeitskreises bei anderen Meßgrößen zur Deckung bringen. Wir haben daher auch die Bezeichnung unserer Teilgruppen A, O und B so gewählt, daß sie unmittelbar mit den Einteilungen von STALLING (1960), HILDEBRANDT u. Mitarb. (1967) sowie PONTOPPIDAN (1967) verglichen werden können (vgl. auch HENTSCHEL 1960; ENGEL u. Mitarb. 1963). Von den genannten Autoren konnte am Kurverlauf verschiedener Funktionsgrößen als Charakteristikum ergotroper Ausgangslagen herausgestellt werden, daß diese mit einer deutlich ausgeprägten, etwa 7-tägigen Periodik auf die Kurreize reagieren, wobei die Amplitude initial am größten ist und im weiteren Verlauf gut gedämpft abklingt. Trophotrope Ausgangslagen verhielten sich demgegenüber wesentlich starrer und bildeten bei uneinheitlichem periodischen Verhalten erst in der zweiten Kurhälfte größere Schwankungen aus. Bei den von uns untersuchten herzdynamischen Meßgrößen tritt dieser Unterschied im Kurverlauf am deutlichsten in der Umformungszeit hervor (vgl. Abb.9, S.35).

5. Periodische Gliederung der vegetativen Umstellungen im Kurverlauf

Die in unserem Material an verschiedenen Meßgrößen aufgefundene periodische Verlaufsform mit einer Periodendauer von etwa 7 Tagen läßt zunächst daran denken, daß diese auf einen exogenen Wochenrhythmus zu beziehen ist, der durch die unter-

schiedliche Lebensweise der Kurpatienten im Laufe der Woche wirksam wird. Bekanntlich neigt der Kurpatient besonders am Wochenende dazu, aus der strengen Kurführung auszubrechen. Der Versuch, diesen möglichen Einwand durch entsprechende Aufgliederung unseres Patientenkollektivs zu entkräften, scheiterte daran, daß die Anreisetage zu wenig über die ganze Woche verteilt waren. So reisten allein 15 der Probanden an einem Dienstag und weitere 20 Patienten an einem Mittwoch zur Kur an. Wir sind daher auf entsprechende Befunde der Literatur angewiesen.

Die in zahlreichen Kurverlaufsuntersuchungen übereinstimmend gefundenen 7-tägigen Perioden (HENTSCHEL 1960; GEHLKEN u. Mitarb. 1961; HILDEBRANDT u. GEHLKEN 1961; ENGEL u. Mitarb. 1963; HILDEBRANDT 1963; MEISSNER 1965) können in diesem Zusammenhang nur sehr bedingt herangezogen werden, da die Aufnahmefrequenz der Patienten in Kurorten erfahrungsgemäß einen ziemlich einheitlichen Wochenrhythmus besitzt. Lediglich PONTOPPIDAN (1967) konnte durch Auftrennung von Grundumsatzverläufen nach den Anreisetagen wahrscheinlich machen, daß ein exogener Wochenrhythmus für die periodischen Reaktionen nicht in Betracht kommt.

Von besonderer Bedeutung ist daher die Tatsache, daß der Organismus auch bei pathologischen Reaktionen eine Periodendauer in der Größenordnung von 7 Tagen bevorzugt, wobei auch ganzzahlige Vielfache dieser Periodendauer beobachtet wurden (ASK-UPMARK 1938; DÊRER 1956; CRAMER 1959, 1962; MENNINGER-LERCHENTHAL 1960; REIMANN 1963; u.a.), während dagegen spontan-rhythmische Funktionsschwankungen von dieser Periodendauer beim Gesunden nicht sicher festgestellt werden konnten (Lit.-Übersicht s. SOLLBERGER 1965).

DÊRER (1956) hat bereits die Ansicht vertreten, daß die von ihm als Makroperioden bezeichneten Reaktionen mit einer Periodendauer von etwa einer Woche eine zentral koordinierte Kompensationsleistung des Organismus darstellen, die zahlreiche vegetative Funktionen umfaßt und nicht nur von pathologischen

Noxen, sondern auch von anders gearteten Reizen ausgelöst werden kann, wenn die Reizstärke eine bestimmte Schwelle überschreitet. Neueste Untersuchungen von HÜBNER (1967) über den Verlauf kompensatorischer Gewebsreaktionen nach unspezifischen Reizen haben eindeutig belegt, daß auch die vom Reiz angestoßene mitotische Aktivität über lange Zeit in Form einer etwa 7-tägigen Periodik synchronisiert verläuft. Alle diese Befunde machen es äußerst unwahrscheinlich, daß die im Kurverlauf auftretenden periodischen Vorgänge von gleicher Periodendauer lediglich direkte Folge eines Wochenrhythmus in der Lebensweise des Kurpatienten sind.

Vergleicht man die bisher vorliegenden Befunde über die sogenannte reaktive Periodik (HILDEBRANDT 1962c) im Verlaufe von Bäderkuren, so lassen sich die Phasen der 7-tägigen Periodik unter dem Gesichtspunkt der vegetativen Gesamtsituation einheitlich charakterisieren. HILDEBRANDT u. Mitarb. (1967) sowie PONTOPPIDAN (1967) fanden im Bereich des 7., 14. und 21. Kurtages jeweils ein Absinken von Grundumsatz, Rektaltemperatur und Pulsfrequenz. ENGEL u. Mitarb. (1963) sowie GEHLKEN u. Mitarb. (1961) sahen zu diesen Zeitpunkten eine Verlängerung der Reaktionszeit, eine Abnahme der psychomotorischen Aktivität sowie eine Häufung vital gefärbter Befindensstörungen. Alle diese Beobachtungen lassen sich dahingehend zusammenfassen, daß zu den genannten Zeitpunkten im Kurverlauf die periodischen Schwankungen der vegetativen Einstellung jeweils eine betont trophotrope Phase durchlaufen, während die dazwischenliegenden Zeiträume durch eine ergotrope Einstellung charakterisiert sind. Die Befunde von HENTSCHEL (1960), der bei fortlaufender Kontrolle der Pulsfrequenzregulation nach einem Stufentest im Bereich des 7., 14. und 21. Kurtages eine Zunahme der integralen Pulsflächenwerte beobachtete, lassen sich nicht entsprechend zuordnen, da der Einfluß der vegetativen Einstellung auf diese Meßgröße bisher nicht genügend differenziert worden ist.

Die von uns gefundenen Kurvenauslenkungen der herzdynamischen Meßgrößen um den 7., 14. und 21. Kurtag lassen gleichfalls

auf eine trophotrope Phase der Periodik schließen: Umformungs- und Anspannungszeit sind dabei verlängert und der Quotient Austreibungszeit/Anspannungszeit ist erniedrigt. Im gleichen Sinne müssen auch die Streuungsverminderungen bei fast allen Meßgrößen zu diesen Zeitpunkten gewertet werden. HILDEBRANDT (1959b, 1960a u.b, 1962a u.b, 1963) hat mehrfach belegen können, daß die trophotropen Phasen im Kurverlauf mit Normalisierungsschüben einhergehen.

Bei nicht täglicher Mittelwertbildung sind in früheren Untersuchungen von HILDEBRANDT (1959a, 1960a u.b, 1962a), HILDEBRANDT u. Mitarb. (1959), STALLING (1960), HILDEBRANDT u. STEINKE (1962) im Kurverlauf verschiedener Meßgrößen periodische Auslenkungen in ergotroper Richtung im Bereich des 10. und 20. Kurtages dargestellt worden. Die Autoren nahmen daher an, daß neben einer 7-tägigen Periodik auch 10-tägige Perioden im Kurverlauf auftreten (s. auch GEHLKEN u. Mitarb. 1961). Auch in unseren Kurven waren teilweise, z.B. im Verlauf der Variationskoeffizienten (vgl. Abb.6, S.25), etwa 10-tägige Gipfelabstände vorhanden.

Da besonders der ergotrope Gipfel im Bereich des 10. Kurtages sich in seiner Phasenrichtung auch gut der 7-tägigen Periodik einfügt, besteht zumindest in der ersten Kurhälfte trotz unterschiedlicher Periodendauer der einzelnen reagierenden Funktionsgrößen noch keine wesentliche Dissoziation in der vegetativen Gesamttendenz. Im weiteren Verlauf müßten allerdings stärkere qualitative Interferenzen auftreten, wobei HILDEBRANDT (1962c) diskutiert hat, ob diese für den Dämpfungsmechanismus der reaktiven Periodik von Bedeutung sind.

Insgesamt dürfen also auch dem periodischen Verhalten der herzdynamischen Meßgrößen im Verlaufe von CO_2-Bäderkuren umfassendere vegetative Umschaltungen im Sinne von HOFF (1957) bzw. HILDEBRANDT (1962a u.b) zugrundeliegen.

E. Zusammenfassung

Bei 45 männlichen Sanatoriumspatienten mit überwiegend funk= tionellen Herz- und Kreislaufstörungen wurden während 4-wöchi= ger CO_2-Bäderkuren durch Registrierung von Elektrokardiogramm, Herzschall und Carotis-Pulskurve vor jedem Einzelbad die Ver= änderungen der Herzdynamik bei täglicher Mittelwertbildung verfolgt. Gemessen an den Regressionskoeffizienten nahm die Anspannungszeit im Mittel um 1,4% signifikant ab, während Austreibungszeit, Gesamtsystolendauer sowie der Quotient Aus= treibungszeit/Anspannungszeit um 1,7, 1,0 bzw. 3,0 % der Kur= mittelwerte signifikant zunahmen.

Wesentlich stärker ausgeprägt war demgegenüber die Abnahme der kollektiven Streuung im Sinne einer Normalisierung, die - ge= messen an der Regression der Variabilitätskoeffizienten - bei der Druckanstiegszeit -10,0 %, bei den Quotienten Umformungs= zeit/Druckanstiegszeit -15,1 %, bei der Anspannungszeit -7,9 %, der Austreibungszeit -16,3 %, der Gesamtsystolendauer -11,7 %, der Diastolendauer -17,3 % und bei der Pulsfrequenz -15,6 % des Kurmittelwertes betrug und jeweils hoch gesichert war. Die überwiegende Zahl der Meßgrößen, einschließlich der Streu= ungswerte, zeigte im Kurverlauf eine periodische Gliederung mit Gipfelabständen von etwa 7 oder 10 Tagen.

Bei Auftrennung des Gesamtkollektivs nach der Verlaufsform der Druckanstiegszeit ließen sich drei Gruppen unterscheiden, die sich sowohl hinsichtlich der vegetativen Ausgangslage als auch in Verlaufsrichtung und Verlaufsform der anderen Meßgrö= ßen charakteristisch voneinander unterschieden. Dabei ver= hielt sich die Gruppe mit trophotroper Ausgangslage in jeder Hinsicht gegensätzlich zu der mit ergotroper Ausgangslage, während die dritte Gruppe stets eine Mittelstellung zwischen den beiden Extremen einnahm.

Die im Kurverlauf auftretenden Umstellungen der Herzdynamik stimmen weder qualitativ noch quantitativ mit denen überein, die während oder nach einem einzelnen CO_2-Bad beobachtet wurden. Während sie im Mittel aller Patienten auf eine geringgradige Umstellung der Herztätigkeit auf die ökonomischere Form der Volumarbeit schließen lassen, wird die Richtung der herzdynamischen Umstellungen im Einzelfall weit mehr von der Normalisierungstendenz der unterschiedlichen Ausgangslagen bestimmt.

Die Schwankungen im Kurverlauf der verschiedenen Meßgrößen lassen sich weitgehend den Phasen einer umfassenderen, periodisch fortgesetzten vegetativen Umschaltung zuordnen, wobei die trophotropen Auslenkungen auch mit kollektiven Streuungsverminderungen (Normalisierungsschüben) gekoppelt sind. Die Umstellungen der Herzdynamik im Verlaufe von CO_2-Bäderkuren lassen damit alle wesentlichen Merkmale erkennen, die bereits bei der Untersuchung anderer Funktionssysteme, insbesondere auch für die Dynamik des arteriellen Systems, beschrieben worden sind.

F. Literaturverzeichnis

AMELUNG,W. u. G.BEST: Änderungen vegetativer Regulationen im Verlauf der Kurortbehandlung. Arch. Phys. Ther. 11, 35-39 (1959)

ASK-UPMARK,E.: On periodic fever. Svenska Läk.-Tidn. 35, 18, 683 (1938) Acta Soc. Med. Suec. 64, 1 (1938)

AUINGER,W.: Die QI-Zeit und ihre Beziehungen zu linksseitigen intrakardialen Druckkurven. Wien. Z. inn. Med. 47, 301-321 (1966)

AUINGER,W., J.M.GUDIN-HERRERO, O.HARTL, F.KAINDL u. P.KÜHN: Zur Frequenzabhängigkeit der Austreibungszeit. Z. Kreisl.-Forsch. 54, 227-229 (1965)

BALZAR,E., F.GABL, M.J.HALHUBER, G.HILDEBRANDT u. H.JUNGMANN: Untersuchungen zur Klimaheilkunde in Iglis (Tirol) und auf dem Patscherkofel. Z.angew.Bäder-u.Klimaheilk. 4, 91-125 (1957)

BARTUSSEK,A.: Das Elektrokardiogramm im Bad. Verhalten der relativen Systolendauer. Balneologe 5, 8-13 (1938)

BEURICH,H. u. H.MAASS: Über die Kopplung der elektrischen und dynamischen Vorgänge am Herzen. Arch.Kreisl.-forsch. 15, 225-250 (1949)

BLUMBERGER,K.: Die Anspannungszeit und Austreibungszeit beim Menschen. Arch.Kreisl.-forsch. 6, 203-292 (1940)

BLUMBERGER,K.: Was sagt das Größenverhältnis Austreibungszeit/Anspannungszeit über die Arbeit des Herzens aus? Klin.Wschr. 20, 681-685 u. 708-711 (1941)

BLUMBERGER,K.: Die Untersuchung der Dynamik des Herzens beim Menschen. Ihre Anwendung als Herzleistungsprüfung. Ergebn. inn. Med. Kinderheilk. 62, 424-531(1942)

BLUMBERGER,K.: Die Herzdynamik in der klinischen Diagnostik. In: A.WEBER u. K.BLUMBERGER (Hrsg.): Kreislaufmessungen. Freiburger Colloquium 1958. Banaschewski, München 1959

BRECHT,K. u. H.BOUKE: Neues elektrostatisches Tiefton-Mikrophon und seine Anwendung in der Sphygmographie.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 256, 43-54 (1952)

BREHM,H.: Die Korrelationen zwischen Blutkreislauf und mensuellem Cyclus.
Arch. Gynäk. 184, 103-108 (1953)

BUSSE, W.: Das Klima von Bad Orb.
Balneologische Forschungsstelle, Bad Orb 1960

CERLETTI,A. u. W.WEISSEL: Zur Frage der elektromechanischen und elektropressorischen Latenz sowie der sogenannten Anspannungszeit des Herzens.
Z. Kreisl.-forsch. 41, 241-250 (1952)

CHRISTIAN,P., R.KROPF u. H.KURTH: Eine Faktorenanalyse der subjektiven Symptomatik vegetativer Herz- und Kreislaufstörungen.
Arch.Kreisl.-forsch. 45, 171-194 (1964)

CRAMER,J.L.: Periodicities underlying mental illnesses. Rep. VII. Conf. Soc. Biological Rhythm incl. Basimetry, Sienna 1960.
Panmiverva Medica, Turin 1962, S.35-40
Brit. Med. Journ. 1959, 545-549

CURRY,M.: Curry-Test.
Riederau, Ammersee 1951

DELIUS,L. u. D.KEMPE: Über die Behandlung von rheumatischen Herzklappenfehlern in Kohlensäure-Thermalbädern und die kurmäßige Behandlung von Herzkranken überhaupt.
Medizinische 43, 2035-2042 (1959)

DÉRER,L.: Concealed macroperiodicity in the reactions of the human organism.
Rev. Czechoslovak. Med. 2, 4 (1956)

v.DIRINGSHOFEN,H.: Die mechanischen Ursachen der parasympathischen Umstimmung im Wasserbade.
Z.angew.Bäder-u.Klimaheilk. 2, 222-236 (1955)

v.DUNGERN,M.: Änderungen der Systolendauer Herzkranker im indifferenten CO_2-Bad.
Balneologe 6, 257-262 (1939)

v.DUNGERN,M.: Die Verlängerung der mechanischen Systolendauer Gesunder im indifferenten Süßwasser- und CO_2-Bade.
Z. Kreisl.-forsch. 32, 153-161 (1940)

EMMRICH,J., H.KLEPZIG u. H.REINDELL: Zur Frage der klinischen Bedeutung einer Unterteilung der Anspannungszeit des linken Ventrikels in Umformungszeit und Druckanstiegszeit. Arch.Kreisl.-forsch. 24, 177-203 (1956)

ENGEL,P., G.HILDEBRANDT u. H.BERGER: Zur Objektivierung psychophysischer Umstellungen im Kurverlauf. Arch. phys. Ther. 15, 335-342 (1963)

GADERMANN,E. u. H.JUNGMANN: Klinische Arterienpulsschreibung. Lehrbuch und Atlas der unblutigen Sphygmographie. Barth, München 1964

GEBHARDT,W., C.KAPP, H.STEIM u. H.REINDELL: Der Druckablauf im rechten Vorhof des menschlichen Herzens und seine Beziehung zur Herzdynamik. Arch.Kreisl.-forsch. 43, 117-177 (1964)

GEBHARDT,W., M.PLEIM, H.STEIM u. H.REINDELL: Der zeitliche Druckablauf im rechten Ventrikel des menschlichen Herzens und seine Abhängigkeit von verschiedenen Größen der Herzdynamik. Arch.Kreisl.-forsch. 39, 94-142 (1962)

GEBHARDT,W., H.REINDELL, K.KÖNIG u. C.BÜCHNER: Herz- und Kreislaufdynamik nach medikamentöser Beta-Rezeptoren-Blockade. Verh.dtsch.Ges.Kreisl.-forsch. 31, 99-107 (1965)

GEHLKEN,K., G.HILDEBRANDT u. M.FRANKE: Psycho-physische Korrelationen im Kurverlauf. Arch. phys. Ther. 13, 171-175 (1961)

GOLLWITZER-MEIER,K.: Zur Frage der Wirkung des Kohlensäurebades auf die Herzenergetik. Balneologe 5, 434-437 (1938)

GOLLWITZER-MEIER,K.: Eigenreflexe und Fremdreflexe des Kreislaufs und ihre Beeinflussung durch das Bad. Arch. phys. Ther. 2, 329-338 (1950)

GOLLWITZER-MEIER,K.: Eröffnungsansprache: Tag. dtsch. Ges. Balneologie, Bioklimatologie u. phys. Therapie, Travemünde, September 1952. Arch. phys. Ther. 5, 69-71 (1953)

GOLLWITZER-MEIER,K. u. E.KRÜGER: Zur Verschiedenheit der Herzenergetik und Herzdynamik bei Druck- und Volumleistung. Pflügers Arch.ges.Physiol. 238, 279-289 (1937)

HAUKE,U.: Das Verhalten der relativen QT-Dauer in differenten und indifferenten Kohlensäurebädern.
Z. Kreisl.-forsch. 32, 11-17 (1940)

HEINECKER,R.: Individuelle Unterschiede in der Reaktion von Kreislauf und Gasstoffwechsel auf dosierte Belastungen: Cold Pressor Test, Flickerlicht, Lärm, Körperliche Arbeit. (Über die Abhängigkeit der Reaktionsweise von der vegetativen Grundeinstellung).
Arch.Kreisl.-forsch. 30, 1-103 (1959)

HENRYSSON,S., O.W.HASELOFF u. H.J.HOFFMANN: Kleines Lehrbuch der Statistik.
de Gruyter, Berlin 1960

HENTSCHEL,H.-D.: Neurovegetative Bäderwirkungen unter besonderer Berücksichtigung der Konstitution.
Z.angew.Bäder-u.Klimaheilk. 7, 352-367 (1960)

HERKEL,W.: Der Einfluß des Bades auf die Austreibungszeit des Herzens.
Balneologe 5, 549-556 (1938)

HERKEL,W. u. P.D.PAPAGEORGIOU: Zum Verhalten des Windkessels und des peripheren Gesamtwiderstandes im Bade.
Klin. Wschr. 1938, 1070-1074

HERZOG,F. u. M.MEURER: Untersuchungen zur klinischen Bewertung der Pulswellengeschwindigkeit.
Klin. Wschr. 18, 1150-1153 (1939)

HESS,W.R.: Die Funktionen des vegetativen Nervensystems.
Klin. Wschr. 1930, 1009-1012

HILDEBRANDT,G.: Umstellung des Atemrhythmus im Kurverlauf.
Arch. phys. Ther. 11, 23-29 (1959a)

HILDEBRANDT,G.: Balneologie und vegetative Regulationen.
Therapiewoche 9, 465-473 (1959b)

HILDEBRANDT,G.: Bäderwirkungen auf das vegetative System.
Z. angew. Bäder-u.Klimaheilk. 7, 333-351 (1960a)

HILDEBRANDT,G.: Die rhythmische Funktionsordnung von Puls und Atmung.
Z. angew. Bäder-u.Klimaheilk. 7, 533-615 (1960b)

HILDEBRANDT,G.: Biologische Rhythmen und ihre Bedeutung für die Bäder- und Klimaheilkunde. In: W.AMELUNG u. A.EVERS (Hrsg.): Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde. Schattauer, Stuttgart 1962 (a)

HILDEBRANDT,G.: Reaktionsprognostik in der Balneotherapie. Arch. phys. Ther. 14, 39-52 (1962b)

HILDEBRANDT,G.: Reaktive Perioden und Spontanrhythmik. Rep. VII. Conf. Soc. Biological Rhythm incl. Basimetry, Sienna 1960. Panminerva Medica, Turin 1962, S.75-82(c)

HILDEBRANDT,G.: Probleme des Kurverlaufs bei Bäder- und Klimakuren. Balneolog. Beiblätter Ärztl. Mitteilungen 1963, Heft 5-6

HILDEBRANDT,G. u. P.ENGELBERTZ: Bedeutung der Tagesrhythmik für die physikalische Therapie. Arch. phys. Ther. 5, 160-170 (1953)

HILDEBRANDT,G. u. K.GEHLKEN: Aktuelle Probleme der Balneologie. Ärztl. Forsch. 15, 76-84 (1961)

HILDEBRANDT,G. u. L.STEINKE: Zur Frage der Kreislaufumstellungen während der CO_2-Bäderkur. Arch. phys. Ther. 14, 321-326 (1962)

HILDEBRANDT,G., G.JAECK u. E.PONTOPPIDAN: Der Grundumsatz im Verlaufe von CO_2-Bäderkuren. Arch. phys. Ther. 19, 455-461 (1967)

HILDEBRANDT,G., H.JUNGMANN u. L.STEINKE: Über die Beeinflussung koordinativer Leistungen durch Bäder- und Klimakuren. (Herzrhythmus und arterielle Grundschwingung) Z. angew. Bäder-u.Klimaheilk. 6, 126-133 (1959)

HOFF,F.: Fieber, unspezifische Abwehrvorgänge, unspezifische Therapie. Thieme, Stuttgart 1957

HOFF,F. u. H.LOSSE: Sympathikotonie und Parasympathikotonie. Dtsch. med. Wschr. 80, 529-537 (1955)

HOLLDACK,K.: Die Bedeutung der Umformungs- und Druckanstiegszeit für die Herzdynamik. Dtsch.Arch.klin.Med. 198, 71-90 (1951)

HÜBNER,K.: Rhythmische DNS-Synthese, ein biologisches Prinzip. 2.Arbeitstagung über extraterrestrische Biophysik, Biologie und Raumfahrtmedizin. Marburg 1967 (im Druck)

JARISCH,A.: Der Kreislauf im Bade und bei Änderung der Körperstellung.
Z. phys. Ther. 3, 7-12 (1950)

JORDAN,H.: Experimentelle Untersuchungen zum Studium von Therapieeffekten bei sog. kombinierter Balneotherapie. 1.Mitteilung.
Fund. baln.-bioclim. 1, 303-318 (1960)

JORDAN,H.: Über die Beziehungen der sog. Verzögerungszeit zur zentralen Pulswellengeschwindigkeit beim Menschen.
Z. Kreisl.-forsch. 51, 119-130 (1962)

JORDAN,H. u. H.MÜNCH: Experimentelle Untersuchungen zum Studium von Therapieeffekten bei sog. kombinierter Balneotherapie. 3.Mitteilung.
Fund. baln.-bioclim. 2, 93-100 (1962)

JORDAN,H. u. H.MÜNCH: Experimentelle Untersuchungen zum Studium von Therapieeffekten bei sog. kombinierter Balneotherapie. 6.Mitteilung.
Fund. baln.-bioclim. 3, 50-57 (1964)

JORDAN,H. u. H.MÜNCH: Experimentelle Untersuchungen zum Studium von Therapieeffekten bei sog. kombinierter Balneotherapie. 7.Mitteilung.
Fund. baln.-bioclim. 3, 223-229 (1966)

JORDAN,H. u. D.REINHOLD: Experimentelle Untersuchungen zum Studium von Therapieeffekten bei sog. kombinierter Balneotherapie. 2.Mitteilung.
Fund. baln.-bioclim. 2, 85-92 (1962)

JORDAN,H. H.LACHMANN u. H.WAGNER: Kardiodynamische Effekte bei CO_2-Bäderkuren.
Z. angew. Bäder-u.Klimaheilk. 7, 525-532 (1960)

JUNGMANN,H.: Kritisches zur Pulskurvenregistrierung und ihrer Auswertung.
Z. ges. exp. Med. 122, 60-75 (1953)

JUNGMANN,H.: Akklimatisationsprobleme bei Gesunden und Kreislaufkranken.
Arch. phys. Ther. 7, 357-363 (1955)

JUNGMANN,H.: Das Klima in der Therapie innerer Krankheiten.
Barth, München 1962

JUNGMANN,H. u. W.-D.ERDMANN: Über den Puls in sklerotischen Arterien.
Z. Kreisl.-forsch. 45, 252-258 (1956)

JUNGMANN,H. u. E.GADERMANN: Untersuchungen über die Kreislaufregulation bei sogenannten funktionellen Kreislaufstörungen.
Verh. dtsch. Ges. Kreisl.-forsch. 25, 230-234 (1959)

KAISER,F. u. J.MAURATH: Kreislaufdynamische 24-Stunden-Rhythmik beim Menschen.
Klin. Wschr. 27, 659-662 (1949)

KÉRDÖ,J.: Ein aus Daten der Blutzirkulation kalkulierter Index zur Beurteilung der vegetativen Tonuslage.
Acta neuroveg. 29, 250-268 (Wien 1966)

KLAUS,E.J. u. D.BERGES: Untersuchungen zur Tagesrhythmik beim Sportler.
Verh. 18. dtsch. Sportärztekongr., 115-120
Limpert, Frankfurt 1958

KUNZE,H.-M.: Kreislaufdystonie als Therapieproblem vom Standpunkt der Hydrotherapie.
Hippokrates 1956, Heft 2-4

KUNZE,H.-M.: Die einfache hämodynamische Regulationsdiagnostik. Ein Beitrag zur Diagnose der funktionellen Konstitution des Menschen.
de Gruyter, Berlin 1959

LAMPERT,H.: Konstitution und Blähsucht.
Hippokrates, Stuttgart 1943

LAMPERT,H.: Die Bedeutung der vegetativen Reaktionslage für die erfolgreiche Behandlung des Rheumatismus.
Arch. phys. Ther. 9, 273-280 (1957)

LAMPERT,H.: Reaktionstypen und Hydrotherapie.
Fortschr. Med. 77, 225-228 (1959)

LANG,E.F.: Einfluß der Pulsfrequenz auf die Kontraktionsphasen des Herzens.
Z. Kreisl.-forsch. 54, 479-488 (1965)

LINDENBERG,H.: Kreislaufuntersuchungen zur Frage der Wirkung von CO_2-Sprudelbädern auf Rechts- und Linksinsuffizienz.
Arch.Kreisl.-forsch. 22, 247-266 (1955)

LÜHR,K.: Objektivierung und Objektivierbarkeit des Kurerfolges.
Arch. phys. Ther. 11, 3-18 (1959)

MECHELKE,K.: Die Störungen der nervalen Regulation des Kreislaufs.
Verh.dtsch.Ges.Kreisl.-forsch. 25, 187-201 (1959)

MEINERS,S.: Meßmethoden zur Analyse der Herz-Kreislaufdynamik.
In: A.WEBER u. K.BLUMBERGER (Hrsg.): Kreislaufmessungen. Freiburger Colloquium 1958.
Banaschewski, München 1959

MEISSNER,H.M.: Verlauf und Rhythmus einer vierwöchigen Kneippkur in Bad Wörishofen.
Med. Inaug.-Diss., München 1965

MELLEROWICZ,H.: Vergleichende Untersuchungen über das Ökonomieprinzip in Arbeit und Leistung des trainierten Kreislaufs und seine Bedeutung für die präventive und rehabilitive Medizin.
Arch.Kreisl.forsch. 24, 70-176 (1956)

MELLEROWICZ,H. u. A.PETERMANN: Untersuchungen über die Pulswellengeschwindigkeit in der Aorta beim Trainierten in verschiedenen Altersstufen.
Z. Kreisl.-forsch. 45, 716-724 (1956)

MENNINGER-LERCHENTHAL,E.: Periodizität in der Psychopathologie.
Maudrich, Wien 1960

MILLAHN,H.P.: Die Kontraktionsphasen des jugendlichen Herzens und ihre Beziehungen zur Hämodynamik.
Z. Kreisl.-forsch. 53, 178-187 (1964)

MÜLLER,H.: Das Verhältnis der Anspannungszeit zur Austreibungszeit beim Herzgesunden und Herzkranken.
Klin. Wschr. 20, 609-612 (1941)

MÜNCH,H. u. H.JORDAN: Experimentelle Untersuchungen zum Studium von Therapieeffekten bei sog. kombinierter Balneotherapie. 4.Mitteilung.
Fund. baln.-bioclim. 2, 377-380 (1964a)

MÜNCH,H. u. H.JORDAN: Experimentelle Untersuchungen zum Studium von Therapieeffekten bei sog. kombinierter Balneotherapie. 5.Mitteilung.
Fund. baln.-bioclim. 2, 381-387 (1964b)

PALME,U.: Die Reizstärke verschiedenartiger Bäder auf das vegetative System.
Arch. phys. Ther. 5, 170-174 (1953)

PIRLET,K. u. H.JUNGMANN: Kreislaufanalytische Befunde bei unterschiedlichen Reaktionsweisen.
Ärztl. Forsch. 9, 528-533 (1955)

PONTOPPIDAN,E.: Grundumsatz und vegetative Umstellung bei CO_2-Bäderkuren. Med. Inaug.-Diss. Marburg 1967

REICHEL,H. u. U.PALME: Der elektrische Gleichstromwiderstand und die Flimmer-Verschmelzungs-Frequenz nach von Bracken als Methoden der balneologischen Forschung. Internat.Balneol.-Kongr. ISMH 175-178 Balneolog. Inst., München 1953

REIMANN,H.A.: Periodic disease. F.A.Davis, Philadelphia 1963

REINDELL,H. u. H.KLEPZIG: Untersuchungen über die Anspannungs- und Austreibungszeit bei Herzmuskelschädigung und bei veränderter Kreislaufregulation. Z. Kreisl.-forsch. 38, 129-147 (1949)

REINDELL,H., W.GEBHARDT u. H.STEIM: Ein Beitrag der Klinik zur Dynamik des gesunden und kranken Herzens. Arch.Kreisl-forsch. 34, 145-200 (1961)

REINDELL,H. H.ROSKAMM u. H.STEIM: Herz- und Kreislauf bei Trainierten. Med. Welt 31, 1557-1563 (1960)

SALINGER,H.: Die rechnerische Auswertung statistischer Beobachtungsergebnisse. In: T.BRUGSCH u. F.H.LEWY (Hrsg.): Die Biologie der Person. I. Urban u.Schwarzenberg, Berlin Wien 1926

SCHAEFER,H.: Diskussionsbemerkung. In: W.TEICHMANN (Hrsg.): Symposion der Forschungsmethoden in der allgemeinen Therapie. Sanitas, Bad Wörishofen 1965

SCHAEFER,H.F. u. G.HILDEBRANDT: Praktisch-balneologische Erfahrungen mit dem Puls-Atem-Quotienten. Arch. phys. Ther. 6, 375-382 (1954)

SCHIMERT,G.: Betrachtungen zur funktionellen Pathologie der Coronarinsuffizienz. Die Bedeutung der vegetativen Kreislaufstörung für die Pathogenese. Klin. Wschr. 26, 449-453 (1948)

SCHMIDT-KESSEN,W.: Allgemeine Balneotherapie. In: AMELUNG,W. u. A.EVERS (Hrsg.): Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde. Schattauer, Stuttgart 1962

SCHÖLMERICH,P. u. H.ZIPP: Herzdynamische Untersuchungen im Bade.
Arch. phys. Ther. 5, 153-160 (1953)

SCHOTT,A.: Die Wirkung der Bäder auf das Herz. III.
Berl. Wschr. 1880, 357-359

SCHULTZ,H.: Über die Bestimmungsmöglichkeit der Anspannungszeit des Herzens.
Z. Kreisl.-forsch. 29, 425-434 (1937)

SCHÜTZ,E.: Physiologie des Herzens.
In: W.TRENDELENBURG u. E.SCHÜTZ (Hrsg.): Lehrbuch der Physiologie.
Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958

SOLLBERGER,A.: Biological rhythm research.
Elsevier, Amsterdam-London-New York 1965

STAHL,R. u. P.SCHMEGG: Untersuchungen über die Beeinflussung der Hautreaktionen durch die Bädertherapie.
Z.ges.phys.Ther. 27, 50-64 (1923)

STALLING,W.: Veränderungen der Pulsfrequenzregulation im Zusammenhang mit vegetativen Umstellungen während der CO_2-Bäderkur in Bad Orb.
Arch. phys. Ther. 12, 127-143 (1960)

STEIN,E. P.SCHÖLMERICH u. P.ENGELBERTZ: Phonokardiographische und kreislaufdynamische Untersuchungen bei unregelmäßiger Herztätigkeit.
Z. Kreisl.-forsch. 41, 909-925 (1952)

STEINKE,L.: Kreislaufumstellungen während der CO_2-Bäder-Kur in Bad Orb.
Med. Inaug.-Diss., Marburg 1962

STRASSBURGER,J.: Über Blutdruck, Gefäßtonus und Herzarbeit bei Wasserbädern verschiedener Temperatur und bei kohlensäurehaltigen Soolbädern.
Dtsch.Arch.klin.Med. 82, 459-494 (1905)

WEIDLICH,F.: Hämodynamische Beobachtungen bei medikamentös-balneologischer Hochdruckbehandlung.
Ärztl. Forsch. 14, 127-143 (1960)

WEZLER,K.: Vegetative Steuerung und Umstimmung.
Pflügers Arch.ges.Physiol. 244, 622-636 (1941)

WEZLER,K.: Die physiologische Altersinsuffizienz des Herzens.
Verh.dtsch.Ges.Kreisl.-forsch. 24, 74-104 (1958)

WEZLER,K. u. R.STANDL: Die normalen Alterskurven der Pulswellengeschwindigkeit in elastischen und muskulären Arterien des Menschen.
Z. Biol. 97, 265-276 (1936)

WEZLER,K. R.THAUER u. K.GREVEN: Die vegetative Struktur des Individuums gemessen am Kreislauf und Gasstoffwechsel in Ruhe.
Z. ges. exp. Med. 107, 673-708 (1940)

WITZLEB,E.: Physikalische Wirkung der Badekur.
In: W.AMELUNG u. A.EVERS (Hrsg.): Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde.
Schattauer, Stuttgart 1962 (a)

WITZLEB,E.: Kohlensäurewässer.
In: W.AMELUNG u. A.EVERS (Hrsg.): Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde.
Schattauer, Stuttgart 1962 (b)

WITZLEB,E.: Kritische Stellungnahme zur Balneotherapie funktioneller und organischer Kreislauferkrankungen.
Z. angew. Bäder-u.Klimaheilk. 10, 420-430 (1963)

Herrn Prof.Dr.med.G.Hildebrandt danke ich für die Überlassung des Themas, für seine fördernde Kritik und für seine Anregungen bei der Abfassung dieser Arbeit.

Herrn Dr.med.L.Steinke danke ich für die Überlassung des Kurvenmaterials, das für diese Arbeit ausgewertet wurde.

Frau Hartmann und Frl. Roß waren mir bei der Herstellung der Abbildungen dankenswerterweise behilflich.

Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Vereinigung für Bäder- und Klimaheilkunde e.V. im Deutschen Bäderverband e.V. durchgeführt.

Den Ärzten des Sanatoriums Küppelsmühle, Bad Orb im Spessart, sei auch hier für die Hilfe bei der Organisation der Untersuchungen gedankt.

Lebenslauf

Am 1.9.1938 wurde ich in Frankfurt/Main als Sohn des Arztes Dr.med.Hans Scherf aus Bad Orb und seiner Ehefrau Hanna, geb. Otto, geboren.

Nach der Volksschule in Bad Orb besuchte ich von Ostern 1949 bis zur Sekundareife Ostern 1954 die staatliche, altsprachliche Rabanus-Maurus-Schule in Fulda. Nach längerer Krankheitspause erfolgte meine weitere Schulausbildung am städtischen, altsprachlichen Gymnasium Marianum in Warburg/Westf., wo ich am 5.3.1959 das Reifezeugnis erhielt.

Mit dem Studium der Medizin begann ich im Sommersemester 1959 in Marburg/Lahn. Hier bestand ich am 8.8.1960 das Vorphysikum. In Mainz beendete ich die vorklinischen Studien am 28.4.1962 mit dem Physikum. Nach dem ersten klinischen Semester in Mainz studierte ich wiederum bis zum medizinischen Staatsexamen am 20.9.1965 in Marburg.

Meine Medizinalassistentenzeit begann ich am 15.10.1965 bei Prof. Dr.med.Joh.Rohan, Ordinarius für Anatomie in Marburg. Am 1.10. 1966 wechselte ich zum Institut für Arbeitsphysiologie und Rehabilitationsforschung über, um unter Prof.Dr.med.G.Hildebrandt meine Dissertationsarbeit abzuschließen. Meine klinische Ausbildung erfolgte seit 15.3.1967 auf der chirurgischen Abteilung des Stadtkrankenhauses in Siegen. Am 1.10.1967 übernahm ich eine Medizinalassistentenstelle auf der geburtshilflich-gynäkologischen Abteilung des Kreiskrankenhauses in Berleburg.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten

in Marburg:

Bickel, Braun-Falco, Bücher, Dellbrück, Dimroth, Dölle, Exner, Franke, Gedigk, Golenhofen, Grüter, Hamm, Hartmann, Hensel, Heuser, Hildebrandt, Hornung, Huber, Jacob, Kessler, Lang, Linneweh, Lübbers, Mahr, v.Manger-König, Martini, Marx, Mattes, Maurath, du Mesnil-Rochemont, Münzenberg, Niessing, Oehme, Oksche, Overbeck, Petry, Poetschke, Rohen, Sahlfeld, Sauer, Schiff, Schleyer, Schmid, Schmitz, Schölmerich, Schwaiger, Seidel, Siegert, Siess, Straub, Streicher, Vogt, Walcher, Wegerle, Wendt, Würterle;

in Mainz:

Abel, Borneff, Brandt, Bredt, Dabelow, Ehrenbrandt, Haas, Heinemann, Lang, Leicher, Müller, Oppel, Overzier, Schriever, Schultze, Watzka.